

Rec'd PCT/PTO 14 APR 2005

#2

10/531507

PCT/JP2004/003301

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

12.3.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

REC'D 29 APR 2004

WIPO

PCT

出願年月日
Date of Application: 2003年 3月14日

出願番号
Application Number: 特願2003-069246
[ST. 10/C]: [JP2003-069246]

出願人
Applicant(s): 日本電信電話株式会社

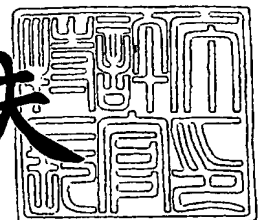
BEST AVAILABLE COPY

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 4月14日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2004-3031133

【書類名】 特許願
【整理番号】 NTTH147274
【提出日】 平成15年 3月14日
【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿
【国際特許分類】 H04B 10/16
H04L 12/24

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

【フリガナ】 カヤマ マサル

【氏名】 片山 勝

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

【フリガナ】 オキ エジ

【氏名】 大木 英司

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

【フリガナ】 ミヅ アキラ

【氏名】 三澤 明

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

【フリガナ】 オモト サトル

【氏名】 岡本 聡

【特許出願人】

【識別番号】 000004226
【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号
【氏名又は名称】 日本電信電話株式会社

【代理人】

【識別番号】 100078237
【住所又は居所】 東京都練馬区関町北二丁目26番18号
【弁理士】
【氏名又は名称】 井 出 直 孝
【電話番号】 03-3928-5673

【選任した代理人】

【識別番号】 100083518
【住所又は居所】 東京都練馬区関町北二丁目26番18号
【弁理士】
【氏名又は名称】 下 平 俊 直
【電話番号】 03-3928-5673

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014421
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 9701394

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 網制御装置および保守者装置および光ノード装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光信号を交換接続する光ノード装置において、
3 R (Reshaping, Retiming, Regenerating) 中継なしでデータ伝送できるあらかじめ設定された区間を 3 R 区間と定義し、
自己に到着する光信号の劣化状態を検出する手段と、
この検出する手段の検出結果が信号劣化を検出したときには 3 R 中継要求を自己の一つ前のホップに相当する隣接光ノード装置に送出する手段と、
自己が次ホップの隣接光ノード装置の前記通知する手段からの前記 3 R 中継要求を受け取ったときには自己に到着する光信号に対して 3 R 中継を実施する手段と

を備えたことを特徴とする光ノード装置。

【請求項 2】 光信号を交換接続する光ノード装置において、
3 R 中継なしでデータ伝送できるあらかじめ設定された区間を 3 R 区間と定義し、
自己に到着する光信号の劣化状態を検出する手段と、
この検出する手段の検出結果が信号劣化を検出したときには自己に到着する光信号に対して 3 R 中継を実施する手段と
を備えたことを特徴とする光ノード装置。

【請求項 3】 光パスの終点となる光ノード装置を着ノードと定義し、
自己から着ノードまでの経路に含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から順番に 1 ホップずつ順次光パスを設定する光ノード装置において、

前記着ノードまでの経路に含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から 1 ホップずつ順番に光パスが設定される毎に試験用光信号を送出する手段と、

この送出する手段により前記着ノードまでの経路に含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から 1 ホップずつ順番に試験用光信号が送出

される毎に当該試験用光信号を受信した最遠端の他光ノード装置からの当該試験用光信号の劣化状況の報告を受け取る手段と、

この受け取る手段により受け取った前記報告結果に基づく前記試験用光信号の劣化状況が所定の劣化条件を満たすときには前記最遠端の他光ノード装置の一つ前ホップに相当する他光ノード装置に対して3R中継実施を要求する手段と

を備え、

当該3R中継実施を要求された前記他光ノード装置は、

前記着ノードまでの経路に含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から1ホップずつ順番に光パスが設定される毎に試験用光信号を送出する手段と、

この送出手段により前記着ノードまでの経路に含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から1ホップずつ順番に試験用光信号が送出される毎に当該試験用光信号を受信した最遠端の他光ノード装置からの当該試験用光信号の劣化状況の報告を受け取る手段と、

この受け取る手段により受け取った前記報告結果に基づく前記試験用光信号の劣化状況が所定の劣化条件を満たすときには前記最遠端の他光ノード装置の一つ前ホップに相当する他光ノード装置に対して3R中継実施を要求する手段と

を備えたことを特徴とする光ノード装置。

【請求項4】 光信号を交換接続する光ノード装置において、

3R中継なしでデータ伝送できるあらかじめ設定された区間を3R区間、当該3R区間の始点となる光ノード装置を3R発ノード、当該3R区間の終点となる光ノード装置を3R着ノード、光パスの設定要求元となる光ノード装置を発ノード、当該光パスの終点となる光ノード装置を着ノードとそれぞれ定義し、

自己と隣接ノードとの間のリンクにおける光信号劣化特性に基づきあらかじめリンク毎に定められた値Qを保持する手段と、

自己が発ノードである場合には、次ホップの隣接光ノード装置に対して被減算値の初期値Pを伝達する手段と、

自己が前ホップの隣接光ノード装置から当該初期値Pあるいは既に当該初期値Pから減算が行われた被減算値P'を受け取った場合には、 $(P - Q)$ あるいは

($P' - Q$) を演算する手段と、

この演算する手段の演算結果と閾値とを比較して閾値よりも大きい場合には当該演算結果を次ホップの隣接光ノード装置に伝達し、閾値以下の場合には自己に到着する光信号に対して 3 R 中継を実施する手段と、

自己が当該被減算値が伝達された光パスの着ノードではないときには、自己を 3 R 発ノードとして被減算値の初期値 P を次ホップの隣接光ノード装置に伝達する手段と

を備えたことを特徴とする光ノード装置。

【請求項 5】 光信号を交換接続する光ノード装置において、

3 R 中継なしでデータ伝送できるあらかじめ設定された区間を 3 R 区間、3 R 区間の始点となる光ノード装置を 3 R 発ノード、3 R 区間の終点となる光ノード装置を 3 R 着ノード、光パス設定要求元の光ノード装置を発ノード、当該光パスの終点となる光ノード装置を着ノード、発ノードから着ノードに向かう方向の光パスを下り光パス、着ノードから発ノードに向かう方向の光パスを上り光パスとそれぞれ定義し、

自己に到着する上り光パスの光信号の劣化状態を検出する手段と、

この検出する手段の検出結果が信号劣化を検出したときには自己の次ホップに相当する隣接光ノード装置に 3 R 中継実施要求を送出する手段と、

自己が前ホップの隣接光ノード装置からの 3 R 中継実施要求を受け取ったときには上り光パスから到着する光信号に対して 3 R 中継を実施する手段と

を備えたことを特徴とする光ノード装置。

【請求項 6】 光信号を交換接続する光ノード装置において、

3 R 中継なしでデータ伝送できるあらかじめ設定された区間を 3 R 区間、3 R 区間の始点となる光ノード装置を 3 R 発ノード、3 R 区間の終点となる光ノード装置を 3 R 着ノード、光パス設定要求元の光ノード装置を発ノード、当該光パスの終点となる光ノード装置を着ノード、発ノードから着ノードに向かう方向の光パスを下り光パス、着ノードから発ノードに向かう方向の光パスを上り光パスとそれぞれ定義し、

自己に到着する上り光パスの光信号の劣化状態を検出する手段と、

この検出する手段の検出結果が信号劣化を検出したときには自己に到着する上り光パスの光信号に対して 3 R 中継を実施する手段とを備えたことを特徴とする光ノード装置。

【請求項 7】 光信号を交換接続する光ノード装置において、

3 R 中継なしでデータ伝送できるあらかじめ設定された区間を 3 R 区間、3 R 区間の始点となる光ノード装置を 3 R 発ノード、3 R 区間の終点となる光ノード装置を 3 R 着ノード、光パス設定要求元の光ノード装置を発ノード、当該光パスの終点となる光ノード装置を着ノード、発ノードから着ノードに向かう方向の光パスを下り光パス、着ノードから発ノードに向かう方向の光パスを上り光パスとそれぞれ定義し、

自己が発ノードであるときに着ノードまでの経路に含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から順番に 1 ホップずつ順次光パスを設定する手段を備え、

自己が発ノードでないときに自己に光パスが設定されると上り光パスに試験用光信号を送出する手段を備え、

自己が発ノードであるときに前記試験用光信号を受信して当該試験用光信号の劣化状況の報告を当該試験用光信号の送出元に対して通知する手段を備え、

前記試験用光信号の送出元の光ノード装置は、この通知に基づく前記試験用光信号の劣化状況が所定の劣化条件を満たすときには上り光パスから到着する光信号に対して 3 R 中継を実施する手段を備え、

自己が上り光パスにおいて 3 R 中継を実施する光ノード装置であるときに自己から着ノードまでの経路に含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から順番に 1 ホップずつ順次光パスを設定し、前記試験用光信号を受信して当該試験用光信号の劣化状況の報告を当該試験用光信号の送出元に対して通知する手段を備えた

ことを特徴とする光ノード装置。

【請求項 8】 光信号を交換接続する光ノード装置において、

3 R 中継なしでデータ伝送できるあらかじめ設定された区間を 3 R 区間、当該 3 R 区間の始点となる光ノード装置を 3 R 発ノード、当該 3 R 区間の終点となる

光ノード装置を 3 R 着ノード、光パスの設定要求元となる光ノード装置を発ノード、当該光パスの終点となる光ノード装置を着ノード、発ノードから着ノードへ向かう方向の光パスを下り光パス、着ノードから発ノードへ向かう方向の光パスを上り光パスとそれぞれ定義し、

自己と隣接ノードとの間のリンクにおける光信号劣化特性に基づきあらかじめリンク毎に定められた値 q を保持する手段と、

自己が発ノードである場合には、次ホップの隣接光ノード装置に対して被加算値の初期値 p を伝達する手段と、

自己が前ホップの隣接光ノード装置から当該初期値 p あるいは既に当該初期値 p に加算が行われた被加算値 p' を受け取った場合には、 $(p + q)$ あるいは $(p' + q)$ を演算する手段と、

この演算する手段の演算結果と閾値とを比較して閾値よりも小さい場合には当該演算結果を次ホップの隣接光ノード装置に伝達し、閾値以上の場合には自己に到着する光信号に対して 3 R 中継を実施する手段と、

自己が当該被加算値が伝達された光パスの着ノードではないときには、自己を上り光パスの 3 R 着ノードとして被加算値の初期値 p を次ホップの隣接光ノード装置に伝達する手段と

を備えたことを特徴とする光ノード装置。

【請求項 9】 請求項 1 ないし 8 のいずれかに記載の光ノード装置により構成されたことを特徴とする光ネットワーク。

【請求項 10】 3 R 中継なしでデータ伝送できるあらかじめ設定された区間を 3 R 区間、当該 3 R 区間の始点となる光ノード装置を 3 R 発ノード、光パスの設定要求元となる光ノード装置を発ノード、当該光パスの終点となる光ノード装置を着ノードとそれぞれ定義し、

発ノードから着ノードまでの経路に含まれる光ノード装置に対して発ノードとなる光ノード装置の次ホップの隣接光ノード装置から順番に 1 ホップずつ順次光パスを設定する光パス設定方法において、

前記着ノードまでの経路に含まれる光ノード装置に対して発ノードとなる光ノード装置の次ホップの隣接光ノード装置から 1 ホップずつ順番に光パスが設定さ

れる毎に前記発ノードとなる光ノード装置から試験用光信号を送出する第一のステップと、

この第一のステップにより前記着ノードまでの経路に含まれる光ノード装置に対して前記発ノードとなる光ノード装置の次ホップの隣接光ノード装置から1ホップずつ順番に試験用光信号が送られる毎に当該試験用光信号を受信した最遠端の光ノード装置からの当該試験用光信号の劣化状況の報告を前記発ノードとなる光ノード装置が受け取る第二のステップと、

この第二のステップにより受け取った前記報告結果に基づく前記試験用光信号の劣化状況が所定の劣化条件を満たすときには前記最遠端の光ノード装置の一つ前ホップに相当する光ノード装置に対して前記発ノードとなる光ノード装置が3R中継実施を要求する第三のステップと

を実行し、

当該3R中継実施を要求された前記光ノード装置は、

前記着ノードまでの経路に含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から1ホップずつ順番に光パスが設定される毎に試験用光信号を送出する第四のステップと、

この第四のステップにより前記着ノードまでの経路に含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から1ホップずつ順番に試験用光信号が送られる毎に当該試験用光信号を受信した最遠端の他光ノード装置からの当該試験用光信号の劣化状況の報告を受け取る第五のステップと、

この第五のステップにより受け取った前記報告結果に基づく前記試験用光信号の劣化状況が所定の劣化条件を満たすときには前記最遠端の他光ノード装置の一つ前ホップに相当する他光ノード装置に対して3R中継実施を要求する第六のステップと

を実行することを特徴とする光パス設定方法。

【請求項11】 光信号を交換接続する光ノード装置における3R中継実施ノードの設定方法において、

3R中継なしでデータ伝送できるあらかじめ設定された区間を3R区間、当該3R区間の始点となる光ノード装置を3R発ノード、当該3R区間の終点となる

光ノード装置を 3 R 着ノード、光パスの設定要求元となる光ノード装置を発ノード、当該光パスの終点となる光ノード装置を着ノードとそれぞれ定義し、

各光ノード装置は、自己と隣接ノードとの間のリンクにおける光信号劣化特性に基づきあらかじめリンク毎に定められた値 Q を保持し、

発ノードである光ノード装置は、次ホップの隣接光ノード装置に対して被減算値の初期値 P を伝達し、

各光ノード装置は、自己が前ホップの隣接光ノード装置から当該初期値 P あるいは既に当該初期値 P から減算が行われた被減算値 P' を受け取った場合には、 $(P - Q)$ あるいは $(P' - Q)$ を演算し、

この演算結果と閾値とを比較して閾値よりも大きい場合には当該演算結果を次ホップの隣接光ノード装置に伝達し、閾値以下の場合には自己に到着する光信号に対して 3 R 中継を実施し、

自己が当該被減算値が伝達された光パスの着ノードではないときには、自己を 3 R 発ノードとして被減算値の初期値 P を次ホップの隣接光ノード装置に伝達する

ことを特徴とする 3 R 中継実施ノードの設定方法。

【請求項 12】 3 R 中継なしでデータ伝送できるあらかじめ設定された区間を 3 R 区間、3 R 区間の始点となる光ノード装置を 3 R 発ノード、3 R 区間の終点となる光ノード装置を 3 R 着ノード、光パス設定要求元の光ノード装置を発ノード、当該光パスの終点となる光ノード装置を着ノード、発ノードから着ノードに向かう方向の光パスを下り光パス、着ノードから発ノードに向かう方向の光パスを上り光パスとそれぞれ定義し、

自己が発ノードである光ノード装置が着ノードまでの経路に含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から順番に 1 ホップずつ順次光パスを設定する第七のステップと、

発ノードでない光ノード装置が自己に光パスが設定されると上り光パスに試験用光信号を送出する第八のステップと、

自己が発ノードである光ノード装置が前記試験用光信号を受信して当該試験用光信号の劣化状況の報告を当該試験用光信号の送出元に対して通知する第九のス

テップと、

前記試験用光信号の送出元の光ノード装置がこの通知に基づく前記試験用光信号の劣化状況が所定の劣化条件を満たすときには自己が上り光パスから到着する光信号に対して 3 R 中継を実施する第十のステップと、

自己が上り光パスにおいて 3 R 中継を実施する光ノード装置が自己から着ノードまでの経路に含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から順番に 1 ホップずつ順次光パスを設定し、前記試験用光信号を受信して当該試験用光信号の劣化状況の報告を当該試験用光信号の送出元に対して通知する第十一のステップと

を実行することを特徴とする光パス設定方法。

【請求項 13】 光信号を交換接続する光ノード装置における 3 R 中継実施ノードの設定方法において、

3 R 中継なしでデータ伝送できるあらかじめ設定された区間を 3 R 区間、当該 3 R 区間の始点となる光ノード装置を 3 R 発ノード、当該 3 R 区間の終点となる光ノード装置を 3 R 着ノード、光パスの設定要求元となる光ノード装置を発ノード、当該光パスの終点となる光ノード装置を着ノード、発ノードから着ノードへ向かう方向の光パスを下り光パス、着ノードから発ノードへ向かう方向の光パスを上り光パスとそれぞれ定義し、

各光ノード装置は、自己と隣接ノードとの間のリンクにおける光信号劣化特性に基づきあらかじめリンク毎に定められた値 q を保持し、

発ノードである光ノード装置は、次ホップの隣接光ノード装置に対して被加算値の初期値 p を伝達し、

各光ノード装置は、自己が前ホップの隣接光ノード装置から当該初期値 p あるいは既に当該初期値 p に加算が行われた被加算値 p' を受け取った場合には、($p + q$) あるいは ($p' + q$) を演算し、

この演算結果と閾値とを比較して閾値よりも小さい場合には当該演算結果を次ホップの隣接光ノード装置に伝達し、閾値以上の場合には自己に到着する光信号に対して 3 R 中継を実施し、

自己が当該被加算値が伝達された光パスの着ノードではないときには、自己を

上り光パスにおける 3 R 着ノードとして被加算値の初期値 P を次ホップの隣接光ノード装置に伝達する

ことを特徴とする 3 R 中継実施ノードの設定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は光信号を交換接続する光ネットワークに利用する。特に、3 R (Reshaping, Retiming, Regenerating) 中継を行う光ノード装置を含む光ネットワークに関する。

【0002】

【従来の技術】

光ネットワークでは、ファイバの損失やロス、クロストークを考慮して光伝送路の途中で 3 R 中継を施す必要がある。従来の光ネットワーク構成を図 17 に示す。3 R 中継を施すためには光伝送路途中の光ノード装置に 3 R 中継器を挿入する。実際には、3 R 中継を行わなくてもある程度の距離まで伝送可能であるので、全ての光ノード装置に 3 R 中継器を設置しなくてもよいはずであるが、3 R 中継を行わなくても伝送可能な距離は、光ノード装置が有する光デバイスの性能、光ノード装置間の光ファイバの材質、あるいは、使用波長などにより異なるため、その距離は一律には定まらず、光ネットワーク全体にわたり 3 R 中継を行わなくても伝送可能な距離を求める効率的な方法がなく、従来は、図 17 に示すように、各段毎に 3 R 中継器を挿入し、如何なるルートにパスが設定されても光信号の劣化を補うことができるようにしている（例えば、非特許文献 1、2、3 参照）。

【0003】

【非特許文献 1】

大木英司、島崎大作、塩本公平、松浦伸昭、今宿亙、山中直明、「分散制御によるダイナミック波長変換 G M P L S ネットワークの性能評価」、信学技報、社団法人電子情報通信学会、2002 年 2 月、p. 5-10

【非特許文献 2】

Ken-ichi Sato, Naoaki Yamanaka, Yoshihiro Takigawa, Masafumi Koga, Satoru Okamoto, Kohei Shiimoto, Eiji Oki, Wataru Imajuku, "GMPLS-Based Photonic Multilayer Router (Hikari Router) Architecture: An Overview of Traffic Engineering and Signaling Technology", IEEE Communications Magazine, March 2002, p. 96-101

【非特許文献 3】

Eiji Oki, Daisaku Shimazaki, Kohei Shiimoto, Nobuaki Matsuura, Wataru Imajuku, Naoaki Yamanaka, "Performance of Distributed-Controlled Dynamic Wavelength-Conversion GMPLS Networks", First International Conference on Optical Communications and Networks 2002, November 11-14, 2002, Shangri-La Hotel, Singapore

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

3R中継器は高価であり、この3R中継器をできるだけ使用しないと光ネットワークはきわめて経済的に実現できる。しかし、従来は、3R中継を行わなくても伝送可能な距離を光ネットワーク全体にわたり求める有効な方法がないため、3R中継器を備えなくてもよい箇所を求めることができない。

【0005】

さらに、従来は、各光ノード装置で、当該光ノード装置を経由する全ての光パスについて3R中継を施しており、このためには、3R中継器の3R中継能力も多数の光パスに対して同時に3R中継を行える能力が必要になり、低コスト化を図ることが困難である。

【0006】

本発明は、このような背景に行われたものであって、必要最小数あるいは必要最小能力の3R中継器を用いてネットワークリソースの有効利用を図り、経済的な光ネットワークを構成することができる光ノード装置および光ネットワークを提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明は、3 R 中継を行わずにデータ伝送できる区間である 3 R 区間を有効に利用することにより、3 R 中継を必要としない箇所に 3 R 中継器を設置する無駄を省き、ネットワークリソースの有効利用を図り、光ネットワークのコストを安価にすることができる。あるいは、3 R 中継が必要となる箇所を特定することにより、3 R 中継器を備えた光ノード装置を経由する複数の光パスの中から真に当該光ノード装置で 3 R 中継を必要としている光パスを抽出し、当該光パスに対してだけ、3 R 中継を施すことができるため、3 R 中継器の能力を小さくすることができるので、ネットワークリソースの有効利用を図り、光ネットワークのコストを安価にすることができる。

【0008】

特に、本発明では、光パス設定の際あるいは光信号の交換接続の際に、逐次的に各光ノード装置が 3 R 中継実施の必要性を自律的に判断し、3 R 中継を行うことができ、簡単に、光ネットワークを構成することができる。

【0009】

なお、以下の説明では、3 R 中継なしでデータ伝送できるあらかじめ設定された区間を 3 R 区間、当該 3 R 区間の始点となる光ノード装置を 3 R 発ノード、当該 3 R 区間の終点となる光ノード装置を 3 R 着ノード、光パスの設定要求元となる光ノード装置を発ノード、当該光パスの終点となる光ノード装置を着ノード、発ノードから着ノードに向かう方向の光パスを下り光パス、着ノードから発ノードに向かう方向の光パスを上り光パスとそれぞれ定義する。

【0010】

すなわち、本発明の第一の観点は、光信号を交換接続する光ノード装置であって、本発明の特徴とするところは、自己に到着する光信号の劣化状態を検出する手段と、この検出する手段の検出結果が信号劣化を検出したときには 3 R 中継要求を自己の一つ前のホップに相当する隣接光ノード装置に通知する手段と、自己が次ホップの隣接光ノード装置の前記通知する手段からの前記 3 R 中継要求を受け取ったときには自己に到着する光信号に対して 3 R 中継を実施する手段とを備えたところにある。

【0011】

これによれば、実際に自光ノード装置に到着する光信号の劣化状態を検出することにより、3 R 中継の必要性を認識し、前ホップに相当する隣接光ノード装置に3 R 中継の実施を要求し、この要求を受けた光ノード装置は、3 R 中継を行う光ノード装置としての機能を発動する。これにより、個々の光ノード装置が、光パスの設定過程または光信号の交換接続の過程で実測を行いつつ、適切な3 R 区間を設定することができる。

【0012】

あるいは、本発明の光ノード装置は、自己に到着する光信号の劣化状態を検出する手段と、この検出する手段の検出結果が信号劣化を検出したときには自己に到着する光信号に対して3 R 中継を実施する手段とを備えたことを特徴とする。

【0013】

これによれば、実際に自光ノード装置に到着する光信号の劣化状態を検出することにより、3 R 中継の必要性を認識し、3 R 中継を行う光ノード装置としての機能を発動する。これにより、個々の光ノード装置が、光パスの設定過程または光信号の交換接続の過程で実測を行いつつ、適切な3 R 区間を設定することができる。

【0014】

あるいは、本発明の光ノード装置は、光信号を交換接続し、自己から着ノードまでの経路に含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から順番に1 ホップずつ順次光パスを設定する光ノード装置であって、前記着ノードまでの経路に含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から1 ホップずつ順番に光パスが設定される毎に試験用光信号を送出する手段と、この送出手段により前記着ノードまでの経路に含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から1 ホップずつ順番に試験用光信号が送出される毎に当該試験用光信号を受信した最遠端の他光ノード装置からの当該試験用光信号の劣化状況の報告を受け取る手段と、この受け取る手段により受け取った前記報告結果に基づく前記試験用光信号の劣化状況が所定の劣化条件を満たすときには前記最遠端の他光ノード装置の一つ前ホップに相当する他光ノード装置に対して3 R 中継実施を要求する手段とを備え、当該3 R 中継実施を要求された前記

他光ノード装置は、前記着ノードまでの経路に含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から1ホップずつ順番に光パスが設定される毎に試験用光信号を送出する手段と、この送出手段により前記着ノードまでの経路に含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から1ホップずつ順番に試験用光信号が送出される毎に当該試験用光信号を受信した最遠端の他光ノード装置からの当該試験用光信号の劣化状況の報告を受け取る手段と、この受け取る手段により受け取った前記報告結果に基づく前記試験用光信号の劣化状況が所定の劣化条件を満たすときには前記最遠端の他光ノード装置の一つ前ホップに相当する他光ノード装置に対して3R中継実施を要求する手段とを備えたことを特徴とする。

【0015】

これによれば、実際に光パスの設定を行いながら、3R中継を行う光ノード装置を決めることができるため、あらかじめ3R区間情報を生成する必要がなく、3R区間情報の生成に要する処理負荷を省くことができる。

【0016】

あるいは、本発明の光ノード装置は、自己と隣接ノードとの間のリンクにおける光信号劣化特性に基づきあらかじめリンク毎に定められた値 Q を保持する手段と、自己が発ノードである場合には、次ホップの隣接光ノード装置に対して被減算値の初期値 P を伝達する手段と、自己が前ホップの隣接光ノード装置から当該初期値 P あるいは既に当該初期値 P から減算が行われた被減算値 P' を受け取った場合には、 $(P - Q)$ あるいは $(P' - Q)$ を演算する手段と、この演算する手段の演算結果と閾値とを比較して閾値よりも大きい場合には当該演算結果を次ホップの隣接光ノード装置に伝達し、閾値以下の場合には自己に到着する光信号に対して3R中継を実施する手段と、自己が当該被減算値が伝達された光パスの着ノードではないときには、自己を3R発ノードとして被減算値の初期値 P を次ホップの隣接光ノード装置に伝達する手段とを備えたことを特徴とする。

【0017】

これによれば、各光ノード装置の保持する情報量は、自己に係わる Q の値と、自己が発ノードである場合に隣接光ノード装置に伝達する初期値 P だけであり、

きわめて少ない情報量で、光パス設定に伴い、自己が 3 R 中継を必要とするか否かを自律的に判断することができるので、3 R 区間情報生成または収集などに要する処理負荷を省くことができる。さらに、光パス設定に際し、光信号の劣化状態の測定も必要なく、光パス設定の高速化を図ることができる。

【0018】

ここまでの本発明の光ノード装置の説明は、単方向光パスあるいは双方向光パスにおける下り光パスを想定している。続いて、双方向光パスにおける上り光パスを想定した説明を行う。

【0019】

本発明の光ノード装置は、自己に到着する上り光パスの光信号の劣化状態を検出する手段と、この検出する手段の検出結果が信号劣化を検出したときには自己の次ホップに相当する隣接光ノード装置に 3 R 中継実施要求を送出する手段と、自己が前ホップの隣接光ノード装置からの 3 R 中継実施要求を受け取ったときには上り光パスから到着する光信号に対して 3 R 中継を実施する手段とを備えたことを特徴とする。

【0020】

これによれば、実際に自光ノード装置に到着する光信号の劣化状態を検出することにより、3 R 中継の必要性を認識し、前ホップに相当する隣接光ノード装置に 3 R 中継の実施を要求し、この要求を受けた光ノード装置は、3 R 中継を行う光ノード装置としての機能を発動する。これにより、個々の光ノード装置が、光パスの設定過程または光信号の交換接続の過程で実測を行いつつ、適切な 3 R 区間を設定することができる。

【0021】

あるいは、本発明の光ノード装置は、自己に到着する上り光パスの光信号の劣化状態を検出する手段と、この検出する手段の検出結果が信号劣化を検出したときには自己に到着する上り光パスの光信号に対して 3 R 中継を実施する手段とを備えたことを特徴とする。

【0022】

これによれば、実際に自光ノード装置に到着する光信号の劣化状態を検出する

ことにより、3R中継の必要性を認識し、3R中継を行う光ノード装置としての機能を発動する。これにより、個々の光ノード装置が、光パスの設定過程または光信号の交換接続の過程で実測を行いつつ、適切な3R区間を設定することができる。

【0023】

あるいは、本発明の光ノード装置は、自己が発ノードであるときに着ノードまでの経路に含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から順番に1ホップずつ順次光パスを設定する手段を備え、自己が発ノードでないときに自己に光パスが設定されると上り光パスに試験用光信号を送出する手段を備え、自己が発ノードであるときに前記試験用光信号を受信して当該試験用光信号の劣化状況の報告を当該試験用光信号の送出元に対して通知する手段を備え、前記試験用光信号の送出元の光ノード装置は、この通知に基づく前記試験用光信号の劣化状況が所定の劣化条件を満たすときには上り光パスから到着する光信号に対して3R中継を実施する手段を備え、自己が上り光パスにおいて3R中継を実施する光ノード装置であるときに自己から着ノードまでの経路に含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から順番に1ホップずつ順次光パスを設定し、前記試験用光信号を受信して当該試験用光信号の劣化状況の報告を当該試験用光信号の送出元に対して通知する手段を備えたことを特徴とする。

【0024】

これによれば、実際に光パスの設定を行いながら、3R中継を行う光ノード装置を決めることができるため、あらかじめ3R区間情報を生成する必要がなく、3R区間情報の生成に要する処理負荷を省くことができる。なお、前述した下り光パス設定の際の手順と同時に当該上り光パス設定の際の手順を実行することが望ましい。

【0025】

あるいは、本発明の光ノード装置は、自己と隣接ノードとの間のリンクにおける光信号劣化特性に基づきあらかじめリンク毎に定められた値 q を保持する手段と、自己が発ノードである場合には、次ホップの隣接光ノード装置に対して被加算値の初期値 p を伝達する手段と、自己が前ホップの隣接光ノード装置から当該

初期値 p あるいは既に当該初期値 p に加算が行われた被減算値 p' を受け取った場合には、 $(p + q)$ あるいは $(p' + q)$ を演算する手段と、この演算する手段の演算結果と閾値とを比較して閾値よりも小さい場合には当該演算結果を次ホップの隣接光ノード装置に伝達し、閾値以上の場合には自己に上り光パスから到着する光信号に対して 3 R 中継を実施する手段と、自己が当該被加算値が伝達された光パスの着ノードではないときには、自己を上り光パスにおける 3 R 着ノードとして被加算値の初期値 p を次ホップの隣接光ノード装置に伝達する手段とを備えたことを特徴とする。

【0026】

これによれば、各光ノード装置の保持する情報量は、自己に係わる q の値と、自己が発ノードである場合に隣接光ノード装置に伝達する初期値 p だけであり、きわめて少ない情報量で、光パス設定に伴い、自己が 3 R 中継を必要とするか否かを自律的に判断することができるので、3 R 区間情報生成または収集などに要する処理負荷を省くことができる。さらに、光パス設定に際し、光信号の劣化状態の測定も必要なく、光パス設定の高速化を図ることができる。

【0027】

本発明の第二の観点は、本発明の光ノード装置により構成されたことを特徴とする光ネットワークである。

【0028】

本発明の第三の観点は、発ノードから着ノードまでの経路に含まれる光ノード装置に対して発ノードとなる光ノード装置の次ホップの隣接光ノード装置から順番に 1 ホップずつ順次光パスを設定する光パス設定方法である。

【0029】

ここで、本発明の特徴とするところは、前記着ノードまでの経路に含まれる光ノード装置に対して前記発ノードとなる光ノード装置の次ホップの隣接光ノード装置から 1 ホップずつ順番に光パスが設定される毎に前記発ノードとなる光ノード装置から試験用光信号を送出する第一のステップと、この第一のステップにより前記着ノードまでの経路に含まれる光ノード装置に対して前記発ノードとなる光ノード装置の次ホップの隣接光ノード装置から 1 ホップずつ順番に試験用光信

号が送出される毎に当該試験用光信号を受信した最遠端の光ノード装置からの当該試験用光信号の劣化状況の報告を前記発ノードとなる光ノード装置が受け取る第二のステップと、この第二のステップにより受け取った前記報告結果に基づく前記試験用光信号の劣化状況が所定の劣化条件を満たすときには前記最遠端の光ノード装置の一つ前ホップに相当する光ノード装置に対して前記発ノードとなる光ノード装置が3R中継実施を要求する第三のステップとを実行し、当該3R中継実施を要求された前記光ノード装置は、前記着ノードまでの経路に含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から1ホップずつ順番に光パスが設定される毎に試験用光信号を送出する第四のステップと、この第四のステップにより前記着ノードまでの経路に含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から1ホップずつ順番に試験用光信号が送出される毎に当該試験用光信号を受信した最遠端の他光ノード装置からの当該試験用光信号の劣化状況の報告を受け取る第五のステップと、この第五のステップにより受け取った前記報告結果に基づく前記試験用光信号の劣化状況が所定の劣化条件を満たすときには前記最遠端の他光ノード装置の一つ前ホップに相当する他光ノード装置に対して3R中継実施を要求する第六のステップとを実行するところにある。

【0030】

あるいは、本発明の第四の観点は、光信号を交換接続する光ノード装置における3R中継実施ノードの設定方法であって、本発明の特徴とするところは、各光ノード装置は、自己と隣接ノードとの間のリンクにおける光信号劣化特性に基づきあらかじめリンク毎に定められた値Qを保持し、発ノードである光ノード装置は、次ホップの隣接光ノード装置に対して被減算値の初期値Pを伝達し、各光ノード装置は、自己が前ホップの隣接光ノード装置から当該初期値Pあるいは既に当該初期値Pから減算が行われた被減算値P'を受け取った場合には、 $(P - Q)$ あるいは $(P' - Q)$ を演算し、この演算結果と閾値とを比較して閾値よりも大きい場合には当該演算結果を次ホップの隣接光ノード装置に伝達し、閾値以下の場合には自己に到着する光信号に対して3R中継を実施し、自己が当該被減算値が伝達された光パスの着ノードではないときには、自己を3R発ノードとして被減算値の初期値Pを次ホップの隣接光ノード装置に伝達するところにある。

【0031】

ここまでの本発明の光パス設定方法または3R中継実施ノードの設定方法の説明は、単方向光パスあるいは双方向光パスにおける下り光パスを想定している。続いて、双方向光パスにおける上り光パスを想定した説明を行う。

【0032】

本発明の光パス設定方法は、自己が発ノードである光ノード装置が着ノードまでの経路に含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から順番に1ホップずつ順次光パスを設定する第七のステップと、発ノードでない光ノード装置が自己に光パスが設定されると上り光パスに試験用光信号を送出する第八のステップと、自己が発ノードである光ノード装置が前記試験用光信号を受信して当該試験用光信号の劣化状況の報告を当該試験用光信号の送出元に対して通知する第九のステップと、前記試験用光信号の送出元の光ノード装置がこの通知に基づく前記試験用光信号の劣化状況が所定の劣化条件を満たすときには自己が上り光パスから到着する光信号に対して3R中継を実施する第十のステップと、自己が上り光パスにおいて3R中継を実施する光ノード装置が自己から着ノードまでの経路に含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から順番に1ホップずつ順次光パスを設定し、前記試験用光信号を受信して当該試験用光信号の劣化状況の報告を当該試験用光信号の送出元に対して通知する第十一のステップとを実行することを特徴とする。

【0033】

あるいは、本発明の第四の観点は、光信号を交換接続する光ノード装置における3R中継実施ノードの設定方法であって、本発明の特徴とするところは、各光ノード装置は、自己と隣接ノードとの間のリンクにおける光信号劣化特性に基づきあらかじめリンク毎に定められた値 q を保持し、発ノードである光ノード装置は、次ホップの隣接光ノード装置に対して被加算値の初期値 p を伝達し、各光ノード装置は、自己が前ホップの隣接光ノード装置から当該初期値 p あるいは既に当該初期値 p に加算が行われた被加算値 p' を受け取った場合には、 $(p + q)$ あるいは $(p' + q)$ を演算し、この演算結果と閾値とを比較して閾値よりも小さい場合には当該演算結果を次ホップの隣接光ノード装置に伝達し、閾値以上の

場合には自己に上り光パスから到着する光信号に対して3R中継を実施し、自己が当該被加算値が伝達された光パスの着ノードではないときには、自己を上り光パスにおける3R着ノードとして被加算値の初期値pを次ホップの隣接光ノード装置に伝達するところにある。

【0034】

【発明の実施の形態】

本発明実施例を説明するのに先立って、3R区間、3R発ノード、3R着ノードの表記について図1および図2を参照して説明する。図1は3R発ノード、3R着ノード、3R区間の表記を説明するための図である。図2は3R区間の性質を説明するための図である。図1に示すように、本実施例では、3R発ノードを黒く塗り潰した丸、3R着ノードをハッチングを施した丸で表記する。

【0035】

また、光ノード装置#2と光ノード装置#5との間が3R区間であるが、その間に含まれる全ての光ノード装置#2、#3、#4、#5相互間もまた3R区間であるとは限らない。その理由は、各光ノード装置の有する発光素子および受光素子の能力は同一とは限らないからである。

【0036】

すなわち、光ノード装置#2の発光素子から発射された光信号が光ノード装置#5の受光素子により途中における3R中継の必要無く受光された場合に、例えば、光ノード装置#3の発光素子は光ノード装置#2の発光素子と比較して半分以下の光信号強度しか出力できないとしたら、光ノード装置#3と光ノード装置#5との間は、必ずしも3R区間にはならない。あるいは、光ノード装置#4の受光素子は、光ノード装置#5の受光素子と比較して半分以下の受光感度しか持たないとしたら、光ノード装置#2と光ノード装置#4との間は、必ずしも3R区間にはならない。また、光ノード装置#5を3R発ノードとし、光ノード装置#2を3R着ノードとした区間についても、上り下りで必ずしも同じ発光素子または受光素子を用いているとは限らず、光信号強度または受光感度が異なる場合があり、必ずしも3R区間にはならない。したがって、図2に示すように、3R区間の表記は、他の3R区間と一部または全部が重複して表記される場合もある

【0037】

なお、隣接する光ノード装置間の1ホップの区間は、明らかに3R区間として機能するが、本発明では、あらかじめ指定した3R発ノードと3R着ノードとの間を3R区間とする。

【0038】

(第一実施例)

第一実施例の光ノード装置を図3ないし図5を参照して説明する。図3および図5は第一実施例の光ノード装置の要部ブロック構成および動作を説明するための図である。図4は実測部のブロック構成図である。第一実施例の光ノード装置は、図3に示すように、自己に到着する光信号の劣化状態を検出する実測部18と、この実測部18の検出結果が信号劣化を検出したときには3R中継要求を自己の一つ前のホップに相当する隣接光ノード装置に通知する制御系17と、自己が次ホップの隣接光ノード装置の制御系17からの前記3R中継要求を受け取ったときには自己に到着する光信号に対して3R中継を施す3R中継部24とを備えたことを特徴とする。

【0039】

なお、実測部18は、図4に示すように、光ノイズ観測部25および光強度観測部26により、それぞれ光信号の光ノイズおよび光強度を実測する。この実測結果は、実測データ生成部31により集約される。なお、他実施例における実測部18も同様の構成である。

【0040】

次に、第一実施例の光ノード装置の動作を説明する。第一実施例の光ノード装置は、自己を経由する光パスが設定されているときには、当該光パスを伝送される光信号を実測部18に分岐入力し、その信号劣化状態を観測している。いま、光ノード装置#4で、光信号の劣化が検出されたとすると、光ノード装置#4は、光ノード装置#3に対して3R中継を要求する。この要求を受けた光ノード装置#3では、自己を経由する光パスを3R中継部24に導き、3R中継を施す。

【0041】

ここまでの第一実施例の説明は、単方向光パスまたは双方向光パスの下り光パスを想定した場合の説明である。続いて、上り光パスを想定した場合について図5を参照して説明する。第一実施例の光ノード装置は、図5に示すように、自己に到着する上り光パスの光信号の劣化状態を検出する実測部18と、この実測部18の検出結果が信号劣化を検出したときには自己の次ホップに相当する隣接光ノード装置に3R中継実施要求を送出する制御系17と、自己が前ホップの隣接光ノード装置の制御系17からの3R中継実施要求を受け取ったときには自己に到着する光信号に対して3R中継を実施する3R中継部24とを備えたことを特徴とする。

【0042】

次に、第一実施例の光ノード装置の動作を説明する。第一実施例の光ノード装置は、自己を経由する上り光パスが設定されているときには、当該上り光パスを伝送される光信号を実測部18に分岐入力し、その信号劣化状態を観測している。いま、光ノード装置#1で、光信号の劣化が検出されたとすると、光ノード装置#1は、光ノード装置#2に対して3R中継実施要求を送出する。この3R中継実施要求を受けた光ノード装置#2では、自己を経由する上り光パスを3R中継部24に導き、3R中継を施す。

【0043】

このように、あらかじめ設定されている3R区間に変化が生じる状況を説明すると、例えば、一つの光ノード装置に新規の光パスが多数設定された場合に、既設の光パスが新設された光パスの影響によるクロストークや非線形効果などによるノイズを受ける場合があり、このような場合には、3R区間に変化が生じる。第一実施例では、このような3R区間の変化に柔軟に対応することができる。

【0044】

なお、各光ノード装置がそれぞれ3R中継部24を有しているのであれば、従来と比較してネットワークリソースの有効利用が図れるのかという懸念が生じるが、従来は、全ての光ノード装置が等しく3R中継を行っているのに対し、第五実施例では、選ばれた光ノード装置のみが3R中継を行っているものであり、3R中継負荷は複数の光ノード装置に分散されるので、ネットワークリソースの有効

利用を図ることができる。

【0045】

すなわち、各光ノード装置の3R中継部24は、ほとんどの場合に、自己を経由する光パスの一部だけを3R中継すればよいのである。これに対し、従来は、各光ノード装置の3R中継部24は、自己を経由する光パスの全部に対して3R中継を行う必要があった。したがって、3R中継部24の規模は従来と比較して小さな規模で対応できるため、ネットワークリソースの有効利用および低コスト化を図ることができる。

【0046】

(第二実施例)

第二実施例の光ノード装置を図6ないし図8を参照して説明する。図6は第二実施例の出力側に光スイッチ部を備えた光ノード装置のブロック構成図である。図7は第二実施例の入力側に光スイッチ部を備えた光ノード装置のブロック構成図である。図8は第二実施例のトランク型の3R中継部を備えた光ノード装置のブロック構成図である。

【0047】

第二実施例の光ノード装置は、自己に到着する光信号の劣化状態を検出する実測部18と、この実測部18の検出結果が信号劣化を検出したときには自己に到着する光信号に対して3R中継を施す3R中継部24とを備えたことを特徴とする。

【0048】

次に、第二実施例の光ノード装置の動作を説明する。図6に示す光ノード装置は、実測部18が入力された光信号の劣化を検出すると、その検出結果は制御系17に伝達される。制御系17は、セレクタ27に指示を出して、入力された光信号を3R中継部24に接続する。これにより、光スイッチ部28には、3R中継部24を経由して3R中継が施された光信号が入力される。

【0049】

図7に示す光ノード装置は、光スイッチ部28から出力される光信号の劣化を実測部18が検出すると、その検出結果は制御系17に伝達される。制御系17

は、セレクタ 27 に指示を出して、入力された光信号を 3 R 中継部 24 に接続する。これにより、3 R 中継部 24 を経由して 3 R 中継が施された光信号が出力される。

【0050】

図 8 に示す光ノード装置は、実測部 18 が入力された光信号の劣化を検出すると、その検出結果は制御系 17 に伝達される。制御系 17 は、光スイッチ部 28 に指示を出して、入力された光信号を 3 R 中継部 24 に接続する。これにより、光スイッチ部 28 からいったん出力された光信号は、3 R 中継部 24 を経由して 3 R 中継された光信号が再び光スイッチ部 28 に入力される。光スイッチ部 28 は、3 R 中継された光信号を目的方路にスイッチングする。

【0051】

ここまでの第二実施例の説明は、単方向光パスあるいは双方向光パスの下り光パスを想定した説明であるが、上り光パスについても下り光パスと同様の手順で 3 R 区間情報を生成できることは容易に類推できるので詳細な説明は省略する。

【0052】

すなわち、第二実施例の光ノード装置は、自己に到着する上り光パスの光信号の劣化状態を検出する実測部 18 と、この実測部 18 の検出結果が信号劣化を検出したときには自己に到着する上り光パスの光信号に対して 3 R 中継を施す 3 R 中継部 24 とを備えたことを特徴とする。

【0053】

(第三実施例)

第三実施例の光ノード装置を図 9 ないし図 12 を参照して説明する。図 9 および図 11 は第三実施例の光ノード装置における 3 R 区間情報収集の概念を示す図である。図 10 および図 12 は第三実施例の光ノード装置における 3 R 区間情報収集手順を示す図である。

【0054】

第三実施例の光ノード装置は、光信号を交換接続し、自己から着ノードまでの経路に含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から順番に 1 ホップずつ順次光パスを設定する光ノード装置であって、図 9 に示すように、

前記着ノードまでの経路に含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から 1 ホップずつ順番に光パスが設定される毎に試験用光信号を送出する手段と、この送出する手段により前記着ノードまでの経路に含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から 1 ホップずつ順番に試験用光信号が送出される毎に当該試験用光信号を受信した最遠端の他光ノード装置からの当該試験用光信号の劣化状況の報告を受け取る手段と、この受け取る手段により受け取った前記報告結果に基づく前記試験用光信号の劣化状況が所定の劣化条件を満たすときには前記最遠端の他光ノード装置の一つ前ホップに相当する他光ノード装置に対して 3 R 中継実施を要求する手段とを 3 R 中継実施判断部 29 に備え、当該 3 R 中継実施を要求された前記他光ノード装置は、前記着ノードまでの経路に含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から 1 ホップずつ順番に光パスが設定される毎に試験用光信号を送出する手段と、この送出する手段により前記着ノードまでの経路に含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から 1 ホップずつ順番に試験用光信号が送出される毎に当該試験用光信号を受信した最遠端の他光ノード装置からの当該試験用光信号の劣化状況の報告を受け取る手段と、この受け取る手段により受け取った前記報告結果に基づく前記試験用光信号の劣化状況が所定の劣化条件を満たすときには前記最遠端の他光ノード装置の一つ前ホップに相当する他光ノード装置に対して 3 R 中継実施を要求する手段とを 3 R 中継実施判断部 29 に備えたことを特徴とする。実際には、各光ノード装置に 3 R 中継実施判断部 29 を備えており、自己が発ノードあるいは 3 R 発ノードになったときには、上記の各手段の機能を発動させる。

【0 0 5 5】

次に、第三実施例の光ノード装置の動作を説明する。図10に示す3R中継実施要求手順は、3R中継実施判断部29により実行される。ここでは、光ノード装置#1が3R発ノードとなり、光パスを設定しながら3R中継実施要求する過程を例にとって説明する。図10に示すように、光ノード装置#1の3R中継実施判断部29では、自己から1ホップ先の光ノード装置#2に対して光パスを設定する（ステップ1、ステップ2）。図9では、光ノード装置#1は光パス設定

要求 (PATH) を光ノード装置 # 2 に送出する。光ノード装置 # 2 は、光パス設定要求 (PATH) を受けとると、当該光パス設定のために必要となるリソースを確保して光ノード装置 # 1 に対して光パス設定完了通知 (RESV) を送出する。これにより光ノード装置 # 1 と # 2 との間に光パスが設定される。

【0056】

続いて、光ノード装置 # 1 は、設定された光パスに対して試験用光信号 (LIGHT) を送出し (ステップ 3)、光ノード装置 # 2 からの試験用光信号劣化状況報告 (RESULT) を受信する (ステップ 4)。光ノード装置 # 2 からの試験用光信号劣化状況報告には、劣化が検出されていないので (ステップ 5)、光ノード装置 # 1 は、自己から 2 ホップ先の光ノード装置 # 3 に対して光パスを設定する (ステップ 6、ステップ 2)。図 9 では、光ノード装置 # 1 は光パス設定要求 (PATH) を光ノード装置 # 2 を経由して光ノード装置 # 3 に送出する。光ノード装置 # 3 は、光パス設定要求 (PATH) を受けとると、当該光パス設定のために必要となるリソースを確保して光ノード装置 # 1 に対して光パス設定完了通知 (RESV) を光ノード装置 # 2 を経由して送出する。これにより光ノード装置 # 1 と # 3 との間に光パスが設定される。

【0057】

続いて、光ノード装置 # 1 は、設定された光パスに対して試験用光信号 (LIGHT) を送出し (ステップ 3)、光ノード装置 # 3 からの試験用光信号劣化状況報告 (RESULT) を受信する (ステップ 4)。光ノード装置 # 3 からの試験用光信号劣化状況報告には、劣化が検出されていないので (ステップ 5)、光ノード装置 # 1 は、自己から 3 ホップ先の光ノード装置 # 4 に対して光パスを設定する (ステップ 6、ステップ 2)。図 9 では、光ノード装置 # 1 は光パス設定要求 (PATH) を光ノード装置 # 2 および # 3 を経由して光ノード装置 # 4 に送出する。光ノード装置 # 4 は、光パス設定要求 (PATH) を受けとると、当該光パス設定のために必要となるリソースを確保して光ノード装置 # 1 に対して光パス設定完了通知 (RESV) を光ノード装置 # 3 および # 2 を経由して送出する。これにより光ノード装置 # 1 と # 4 との間に光パスが設定される。

【0058】

続いて、光ノード装置#1は、設定された光パスに対して試験用光信号（LIGHT）を送出し（ステップ3）、光ノード装置#4からの試験用光信号劣化状況報告（RESULT）を受信する（ステップ4）。光ノード装置#4からの試験用光信号劣化状況報告には、劣化が検出されていないので（ステップ5）、光ノード装置#1は、自己から4ホップ先の光ノード装置#5に対して光パスを設定する（ステップ6、ステップ2）。図9では、光ノード装置#1は光パス設定要求（PATH）を光ノード装置#2、#3、#4を経由して光ノード装置#5に送出する。光ノード装置#5は、光パス設定要求（PATH）を受けとると、当該光パス設定のために必要となるリソースを確保して光ノード装置#1に対して光パス設定完了通知（RESV）を光ノード装置#4、#3、#2を経由して送出する。これにより光ノード装置#1と#5との間に光パスが設定される。

【0059】

続いて、光ノード装置#1は、設定された光パスに対して試験用光信号（LIGHT）を送出し（ステップ3）、光ノード装置#5からの試験用光信号劣化状況報告（RESULT）を受信する（ステップ4）。光ノード装置#5からの試験用光信号劣化状況報告には、劣化が検出されていないので（ステップ5）、光ノード装置#1は、自己から5ホップ先の光ノード装置#6に対して光パスを設定する（ステップ6、ステップ2）。図9では、光ノード装置#1は光パス設定要求（PATH）を光ノード装置#2、#3、#4、#5を経由して光ノード装置#6に送出する。光ノード装置#6は、光パス設定要求（PATH）を受けとると、当該光パス設定のために必要となるリソースを確保して光ノード装置#1に対して光パス設定完了通知（RESV）を光ノード装置#5、#4、#3、#2を経由して送出する。これにより光ノード装置#1と#6との間に光パスが設定される。

【0060】

続いて、光ノード装置#1は、設定された光パスに対して試験用光信号（LIGHT）を送出し（ステップ3）、光ノード装置#6からの試験用光信号劣化状況報告（RESULT）を受信する（ステップ4）。光ノード装置#6からの試験用光信号劣化状況報告には、劣化が検出されたので（ステップ5）、自己から

4 ホップ先の光ノード装置# 5 に対して 3 R 中継実施を要求する (ステップ 7)。
光ノード装置# 5 は光ノード装置# 1 からの 3 R 中継実施の要求を受け取ると
光ノード装置# 1 に対して要求承諾を応答する。

【0061】

また、光ノード装置# 5 は、光ノード装置# 1 からの 3 R 中継実施要求を受け
たので (ステップ 8)、自己が 3 R 発ノードであると認識し、ステップ 1 からの
手順を実行する。また、光ノード装置# 1 は、光ノード装置# 5 に 3 R 中継実施
を要求し、他光ノード装置からの 3 R 中継実施要求を受けていないので処理を終
了する。

【0062】

このようにして、第三実施例では、光パス設定の過程において、3 R 中継を実
施する光ノード装置を決定することができる。図 9 の例では、各光ノード装置#
1 ~ # 7 の全てにそれぞれ 3 R 中継実施判断部を 29 を備えたが、例えば、一つ
おきに備えるといった構成とすることもできる。また、本実施例では説明をわか
りやすくするために、3 R 中継が不必要であると予想される光ノード装置# 2 あ
るいは# 3 に対しても試験用光信号を送出したが、これらの光ノード装置# 2、
3 に対しては、試験用光信号送出の手順を省くこともできる。あるいは、3 R
中継の必要があると予想される光ノード装置# 5、# 6 に対してのみ、試験用光
信号を送出してもよい。

【0063】

ここまでの第三実施例の説明は、単方向光パスまたは双方向光パスの下り光パ
スを想定した場合の説明である。続いて、上り光パスを想定した場合について図
11 および図 12 を参照して説明する。第三実施例の光ノード装置は、自己が発
ノードであるときに着ノードまでの経路に含まれる他光ノード装置に対して次ホ
ップの隣接光ノード装置から順番に 1 ホップずつ順次光パスを設定する。3 R 中
継実施判断部 29 は、自己が発ノードでないときに自己に光パスが設定されると
上り光パスに試験用光信号を送出する手段を備え、また、この 3 R 中継実施判断
部 29 は、自己が発ノードであるときに前記試験用光信号を受信して当該試験用
光信号の劣化状況の報告を当該試験用光信号の送出元に対して通知する手段を備

え、さらに、前記試験用光信号の送出元の光ノード装置の3R中継実施判断部29は、この通知に基づく前記試験用光信号の劣化状況が所定の劣化条件を満たすときには上り光パスから到着する光信号に対して3R中継を実施すると判断する。さらに、3R中継実施判断部29は、自己が上り光パスにおいて3R中継を実施する光ノード装置であるときに自己から着ノードまでの経路に含まれる他光ノード装置に対して次ホップの隣接光ノード装置から順番に1ホップずつ順次光パスを設定し、前記試験用光信号を受信して当該試験用光信号の劣化状況の報告を当該試験用光信号の送出元に対して通知する手段を備えたことを特徴とする。実際には、各光ノード装置に3R中継実施判断部29を備えており、自己が発ノードまたは3R発ノードまたは3R着ノードになったときには、上記の各手段の機能を発動させる。

【0064】

次に、第三実施例の光ノード装置の動作を説明する。図12に示す3R中継実施要求手順は、3R中継実施判断部29により実行される。ここでは、光ノード装置#1が上り光パスにおける3R着ノードとなり、光パスを設定しながら3R中継実施要求する過程を例にとって説明する。図12に示すように、光ノード装置#1の3R中継実施判断部29では、自己から1ホップ先の光ノード装置#2に対して光パスを設定する(ステップ1、ステップ2)。図11では、光ノード装置#1は光パス設定要求(PATH)を光ノード装置#2に送出する。光ノード装置#2は、光パス設定要求(PATH)を受けとると、当該光パス設定のために必要となるリソースを確保して光ノード装置#1に対して光パス設定完了通知(RESV)を送出する。これにより光ノード装置#1と#2との間に光パスが設定される。

【0065】

続いて、光ノード装置#1は、設定された上り光パスからの試験用光信号(LIGHT)を受信し(ステップ3)、光ノード装置#2からの試験用光信号劣化を実測してその実測結果(RESULT)を光ノード装置#2に報告する(ステップ4)。光ノード装置#2からの試験用光信号には、劣化が検出されていないので(ステップ5)、光ノード装置#1は、自己から2ホップ先の光ノード装置

#3 に対して光パスを設定する（ステップ6、ステップ2）。図11では、光ノード装置#1は光パス設定要求（PATH）を光ノード装置#2を経由して光ノード装置#3に送出する。光ノード装置#3は、光パス設定要求（PATH）を受けとると、当該光パス設定のために必要となるリソースを確保して光ノード装置#1に対して光パス設定完了通知（RESV）を光ノード装置#2を経由して送出する。これにより光ノード装置#1と#3との間に光パスが設定される。

【0066】

続いて、光ノード装置#1は、設定された上り光パスからの試験用光信号（LIGHT）を受信し（ステップ3）、光ノード装置#3からの試験用光信号劣化を実測してその実測結果（RESULT）を光ノード装置#3に報告する（ステップ4）。光ノード装置#3からの試験用光信号には、劣化が検出されていないので（ステップ5）、光ノード装置#1は、自己から3ホップ先の光ノード装置#4に対して光パスを設定する（ステップ6、ステップ2）。図11では、光ノード装置#1は光パス設定要求（PATH）を光ノード装置#2および#3を経由して光ノード装置#4に送出する。光ノード装置#4は、光パス設定要求（PATH）を受けとると、当該光パス設定のために必要となるリソースを確保して光ノード装置#1に対して光パス設定完了通知（RESV）を光ノード装置#3および#2を経由して送出する。これにより光ノード装置#1と#4との間に光パスが設定される。

【0067】

続いて、光ノード装置#1は、設定された上り光パスからの試験用光信号（LIGHT）を受信し（ステップ3）、光ノード装置#4からの試験用光信号劣化を実測しその実測結果（RESULT）を光ノード装置#4に報告する（ステップ4）。光ノード装置#4からの試験用光信号には、劣化が検出されていないので（ステップ5）、光ノード装置#1は、自己から4ホップ先の光ノード装置#5に対して光パスを設定する（ステップ6、ステップ2）。図11では、光ノード装置#1は光パス設定要求（PATH）を光ノード装置#2、#3、#4を経由して光ノード装置#5に送出する。光ノード装置#5は、光パス設定要求（PATH）を受けとると、当該光パス設定のために必要となるリソースを確保して

光ノード装置#1に対して光パス設定完了通知 (RESV) を光ノード装置#4、#3、#2を経由して送出する。これにより光ノード装置#1と#5との間に光パスが設定される。

【0068】

続いて、光ノード装置#1は、設定された上り光パスからの試験用光信号 (LIGHT) を受信し (ステップ3)、光ノード装置#5からの試験用光信号劣化を実測しその実測結果 (RESULT) を光ノード装置#5に報告する (ステップ4)。光ノード装置#5からの試験用光信号には、劣化が検出されていないので (ステップ5)、光ノード装置#1は、自己から5ホップ先の光ノード装置#6に対して光パスを設定する (ステップ6、ステップ2)。図11では、光ノード装置#1は光パス設定要求 (PATH) を光ノード装置#2、#3、#4、#5を経由して光ノード装置#6に送出する。光ノード装置#6は、光パス設定要求 (PATH) を受けとると、当該光パス設定のために必要となるリソースを確保して光ノード装置#1に対して光パス設定完了通知 (RESV) を光ノード装置#5、#4、#3、#2を経由して送出する。これにより光ノード装置#1と#6との間に光パスが設定される。

【0069】

続いて、光ノード装置#1は、設定された上り光パスからの試験用光信号 (LIGHT) を受信し (ステップ3)、光ノード装置#6からの試験用光信号劣化を実測しその実測結果 (RESULT) を光ノード装置#6に報告する (ステップ4)。光ノード装置#6からの試験用光信号には、劣化が検出されたので (ステップ5)、自己から4ホップ先の光ノード装置#5に対して3R中継実施を要求する (ステップ7)。光ノード装置#5は光ノード装置#1からの3R中継実施の要求を受け取ると光ノード装置#1に対して要求承諾を応答する。

【0070】

また、光ノード装置#5は、光ノード装置#1からの通知により (ステップ8)、自己が3R発ノードであると認識し、ステップ1からの手順を実行する。また、光ノード装置#1は、光ノード装置#5に3R中継実施を要求し、他光ノード装置からの3R中継実施要求を受けていないので処理を終了する。

【0071】

このようにして、第三実施例では、光パス設定の過程において、3R中継を実施する光ノード装置を決定することができる。図11の例では、各光ノード装置#1～#7の全てにそれぞれ3R中継実施判断部29を備えたが、例えば、一つおきに備えるといった構成とすることもできる。また、本実施例では説明をわかりやすくするために、3R中継が不必要であると予想される光ノード装置#2あるいは#3に対しても試験用光信号を送出したが、これらの光ノード装置#2、#3に対しては、試験用光信号送出の手順を省くこともできる。あるいは、3R中継の必要があると予想される光ノード装置#5、#6に対してのみ、試験用光信号を送出してもよい。

【0072】

(第四実施例)

第四実施例の光ノード装置を図13ないし図17を参照して説明する。図13および図15は第四実施例の光ノード装置における3R区間情報収集の概念を示す図である。図14および図16は第四実施例の光ノード装置のブロック構成図である。

【0073】

第四実施例の光ノード装置は、図14に示すように、自己と隣接ノードとの間のリンクにおける光信号劣化特性に基づきあらかじめリンク毎に定められた値Qを保持するQ値保持部34と、自己が発ノードである場合には、次ホップの隣接光ノード装置に対して被減算値の初期値Pを伝達するP値送出部32と、自己が前ホップの隣接光ノード装置から当該初期値Pあるいは既に当該初期値Pから減算が行われた被減算値P'を受け取った場合には、 $(P - Q)$ あるいは $(P' - Q)$ を演算するQ値減算部35と、このQ値減算部35の演算結果と閾値とを比較して閾値よりも大きい場合には当該演算結果を次ホップの隣接光ノード装置に伝達し、閾値以下の場合には自己に到着する光信号に対して3R中継を実施する指示を行う比較部36とを備え、P値送出部32は、自己が当該被減算値が伝達された光パスの着ノードではないときには、自己を3R発ノードとして被減算値の初期値Pを次ホップの隣接光ノード装置に伝達することを特徴とする。

【0074】

次に、第四実施例の光ノード装置の動作を説明する。Q値生成部33は、自己に接続されたリンクの光信号劣化度合いをパラメータテーブル40および劣化度合テーブル50を参照した結果に基づきQ値を生成する。Q値は、劣化度合いに比例して定められた定数であり、リンク毎に設けられる。また、Q値は初期値Pに対して設定される。例えば、自光ノード装置における光信号の劣化度合いを光信号強度と光ノイズとで考えた場合に、3R発ノードから送出された光信号を半分の強度に減衰させ、また、3R発ノードから送出された光信号の誤り率を2倍に増加させるような場合には、初期値Pが100であればQ値は50に設定される。このQ値は光ノード装置を経由する毎に減算され、減算結果が閾値以下になった光ノード装置では、自己が3R中継を実施することがわかる。さらに、自己が被測定光パスの着ノードでないときには、自己が3R発ノードであるとして、新たに初期値Pを送出する。

【0075】

このようにして、光パス設定過程において3R中継実施を判断することができる。すなわち、光パス設定要求中に初期値Pを搭載しておけば、光パス設定要求を受け取った各光ノード装置において、自己が3R中継を実施するか否かを判定しながら光パス設定手順を実行することができる。

【0076】

ここまでの第四実施例の説明は、単方向光パスまたは双方向光パスの下り光パスを想定した場合の説明である。続いて、上り光パスを想定した場合について図15および図16を参照して説明する。第四実施例の光ノード装置は、図16に示すように、自己と隣接ノードとの間のリンクにおける光信号劣化特性に基づきあらかじめリンク毎に定められた値qを保持するq値保持部134と、自己が発ノードである場合には、次ホップの隣接光ノード装置に対して被加算値の初期値pを伝達するp値送出部132と、自己が前ホップの隣接光ノード装置から当該初期値pあるいは既に当該初期値pに加算が行われた被加算値p'を受け取った場合には、 $(p + q)$ あるいは $(p' + q)$ を演算するq値加算部135と、このq値加算部135の演算結果と閾値とを比較して閾値よりも小さい場合には当

該演算結果を次ホップの隣接光ノード装置に伝達し、閾値以上の場合には自己に上り光パスから到着する光信号に対して 3 R 中継を実施する指示を行う比較部 136 とを備え、p 値送出部 132 は、自己が当該被加算値が伝達された光パスの着ノードではないときには、自己を上り光パスにおける 3 R 着ノードとして被加算値の初期値 p を次ホップの隣接光ノード装置に伝達することを特徴とする。

【0077】

次に、第四実施例の光ノード装置の動作を説明する。q 値生成部 133 は、自己に接続されたリンクの光信号劣化度合いをパラメータテーブル 40 および劣化度合テーブル 50 を参照した結果に基づき q 値を生成する。q 値は、劣化度合いに比例して定められた定数であり、リンク毎に設けられる。また、q 値は前述した下り光パスの場合の Q 値と同様に設定される。

【0078】

この q 値は光ノード装置を経由する毎に加算され、加算結果が閾値以上になった光ノード装置では、自己が上り光パスにおいて 3 R 中継を実施することがわかる。さらに、自己が被測定光パスの着ノードでないときには、自己が上り光パスにおける 3 R 着ノードであるとして、新たに初期値 p を送出する。

【0079】

なお、p 値は、第四実施例では、“0” とするが、p 値は諸条件を考慮して設定することができる。例えば、3 R 区間の最大長の範囲内で、設定する 3 R 区間の長さを p 値によって加減することができる。すなわち、閾値が固定であれば、p 値を負の整数とすれば、p 値を“0”と設定した場合よりも加算できる数値が大きくなるので、3 R 区間を長めに設定することができる。その反対に、p 値を正の整数とすれば、p 値を“0”と設定した場合よりも加算できる数値が小さくなるので 3 R 区間を短めに設定することができる。

【0080】

このようにして、光パス設定過程において 3 R 中継実施を判断することができる。すなわち、光パス設定要求中に初期値 p を搭載しておけば、光パス設定要求を受け取った各光ノード装置において、自己が 3 R 中継を実施するか否かを判定しながら光パス設定手順を実行することができる。

【0081】

なお、第一～第四実施例では、説明をわかりやすくするために、下り光パスを想定した場合の説明と、上り光パスを想定した場合の説明とを分けて行ったが、実際には、これらを同時に行うことにより、上り下り双方向の光パスについて同時に3R区間を設定することができる。

【0082】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、必要最小数あるいは必要最小能力の3R中継器を用いてネットワークリソースの有効利用を図り、経済的な光ネットワークを構成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

3R発ノード、3R着ノード、3R区間の表記を説明するための図。

【図2】

3R区間の性質を説明するための図。

【図3】

第一実施例の光ノード装置の要部ブロック構成および動作を説明するための図。

【図4】

実測部のブロック構成図。

【図5】

第一実施例の光ノード装置の要部ブロック構成および動作を説明するための図。

【図6】

第二実施例の出力側に光スイッチ部を備えた光ノード装置のブロック構成図。

【図7】

第二実施例の入力側に光スイッチ部を備えた光ノード装置のブロック構成図。

【図8】

第二実施例のトランク型の3R中継部を備えた光ノード装置のブロック構成図

【図 9】

第三実施例の光ノード装置における 3 R 区間情報収集の概念を示す図。

【図 10】

第三実施例の光ノード装置における 3 R 区間情報収集手順を示す図。

【図 11】

第三実施例の光ノード装置における 3 R 区間情報収集の概念を示す図。

【図 12】

第三実施例の光ノード装置における 3 R 区間情報収集手順を示す図。

【図 13】

第四実施例の光ノード装置における 3 R 区間情報収集の概念を示す図。

【図 14】

第四実施例の光ノード装置のブロック構成図。

【図 15】

第四実施例の光ノード装置における 3 R 区間情報収集の概念を示す図。

【図 16】

第四実施例の光ノード装置のブロック構成図。

【図 17】

従来の光ネットワーク構成を示す図。

【符号の説明】

1 ~ # 7 光ノード装置

1 7 制御系

1 8 実測部

1 9 光パス設定部

2 4 3 R 中継部

2 5 光ノイズ観測部

2 6 光強度観測部

2 7 セレクタ

2 8 光スイッチ部

2 9 3 R 中継実施判断部

3 1 実測データ生成部

3 2 P 値送出部

3 3 Q 値生成部

3 4 Q 値保持部

3 5 Q 値減算部

3 6、1 3 6 比較部

4 0 パラメータテーブル

5 0 劣化度合テーブル

1 3 2 p 値送出部

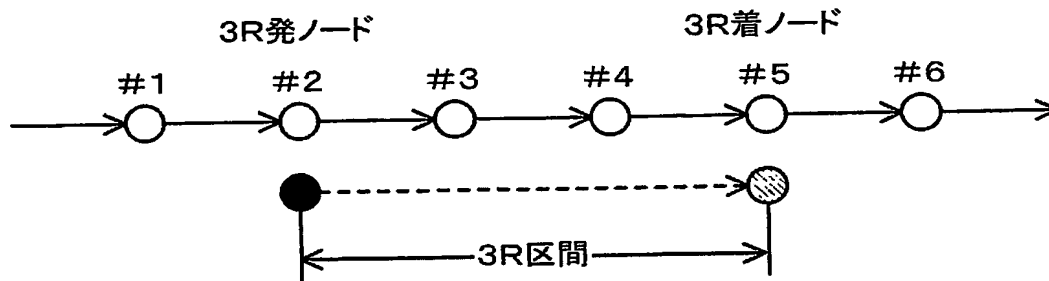
1 3 3 q 値生成部

1 3 4 q 値保持部

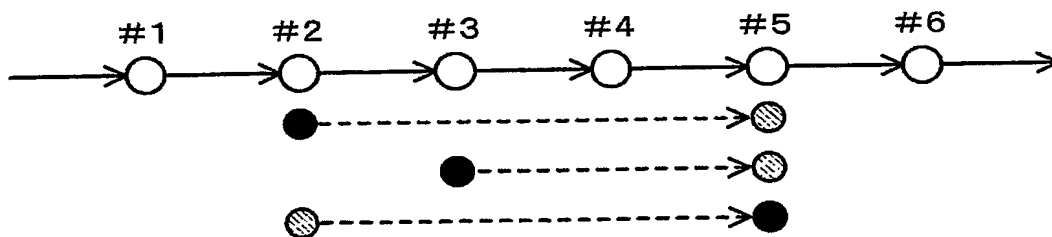
1 3 5 q 値加算部

【書類名】 図面

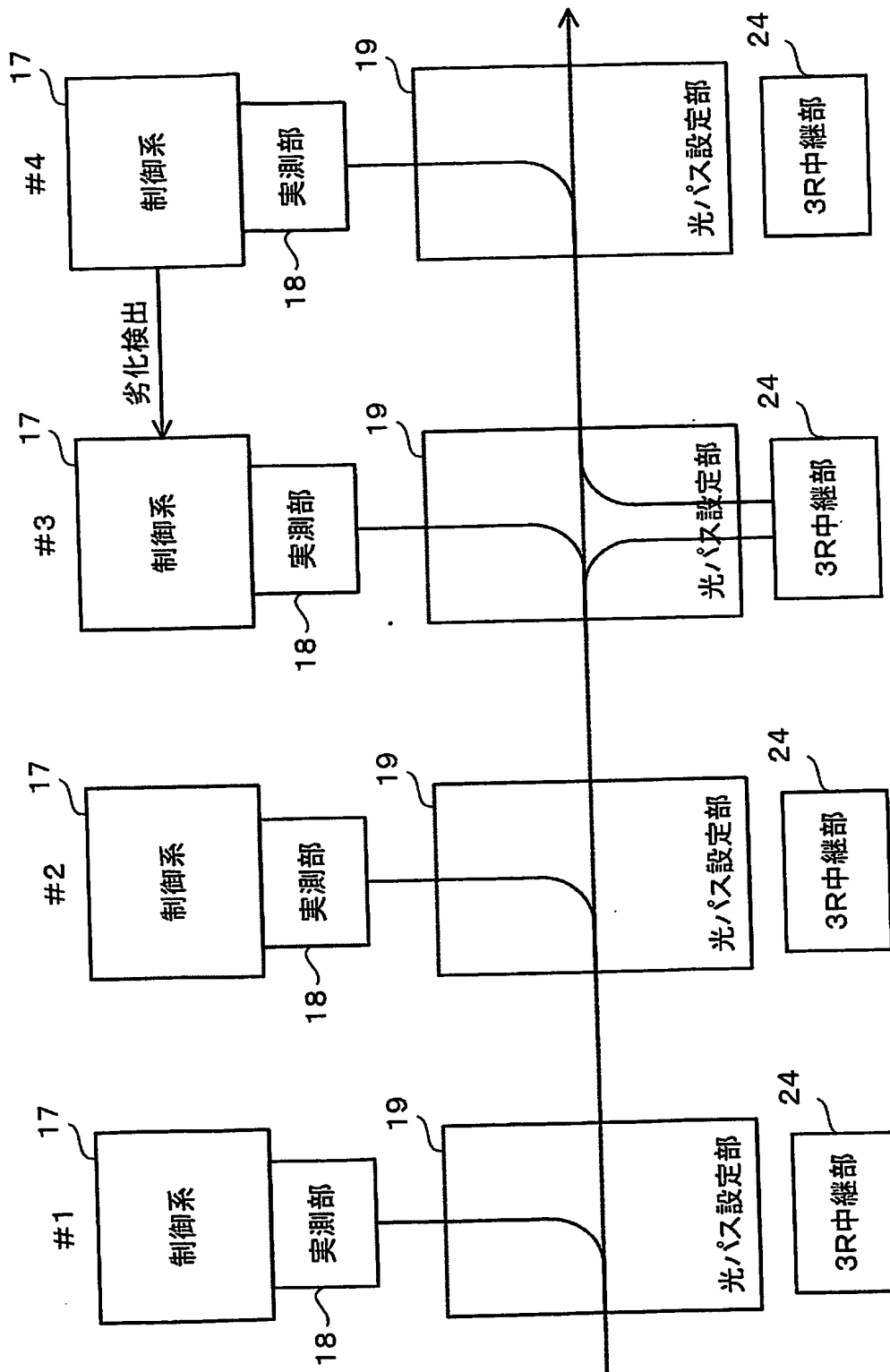
【図 1】



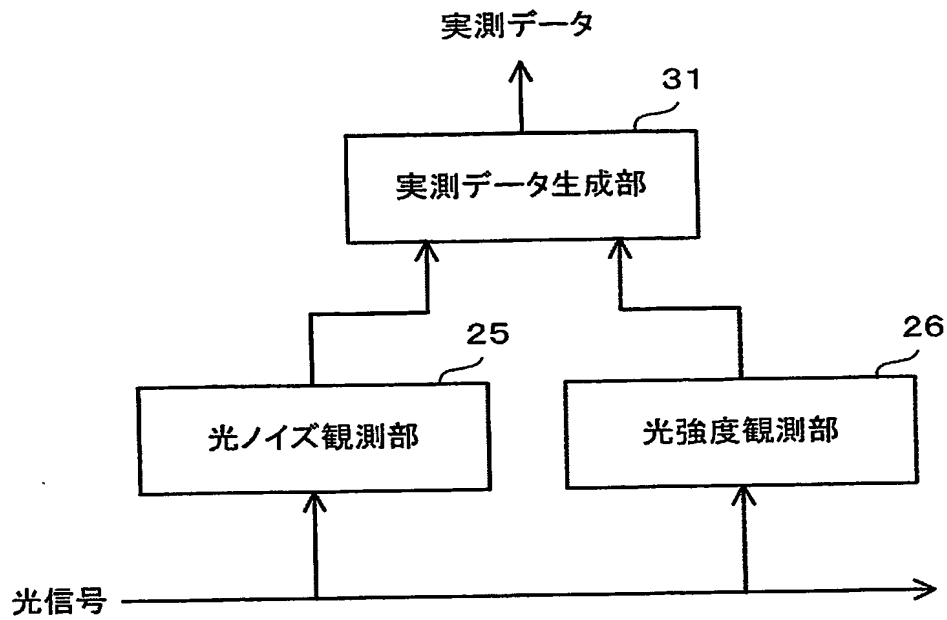
【図 2】



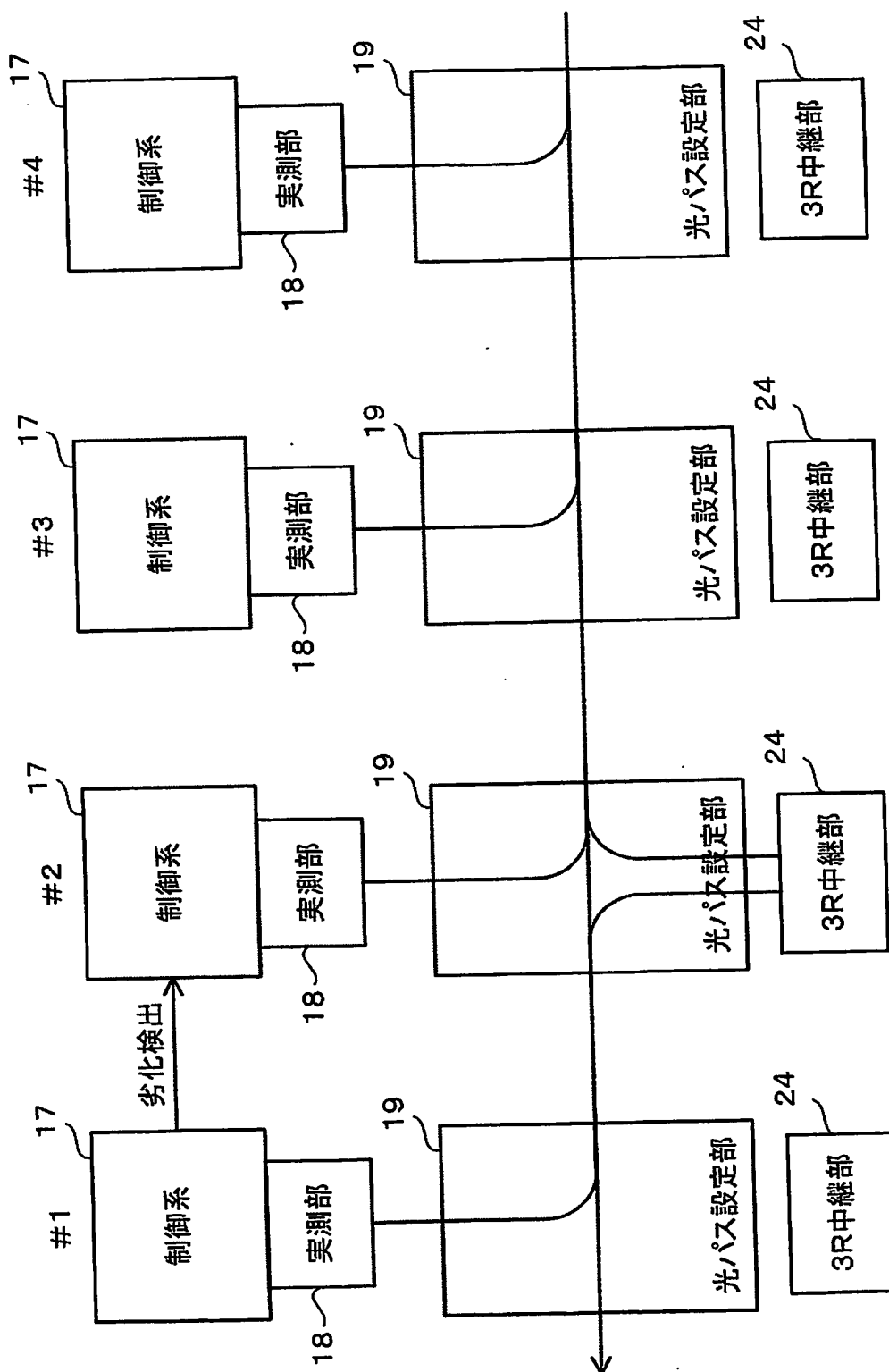
【図3】



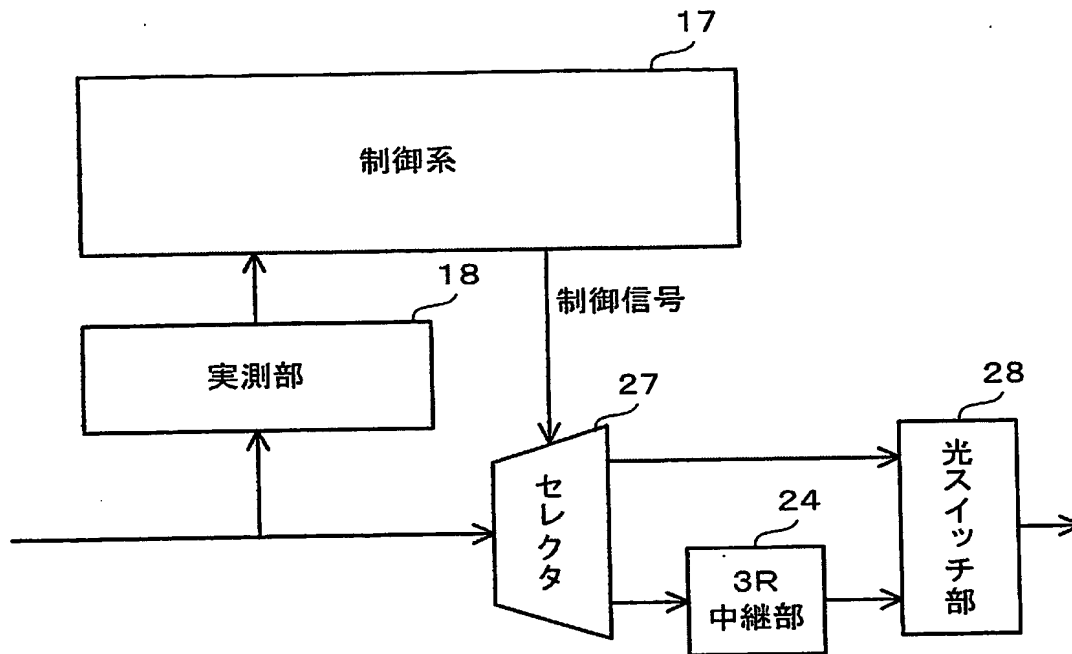
【図 4】



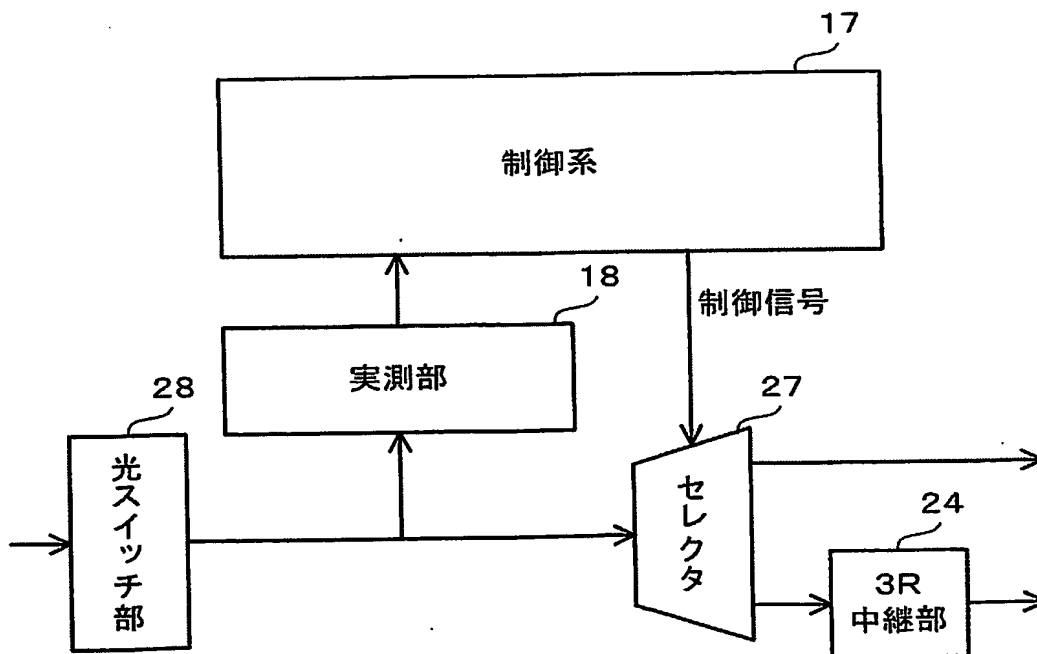
【図 5】



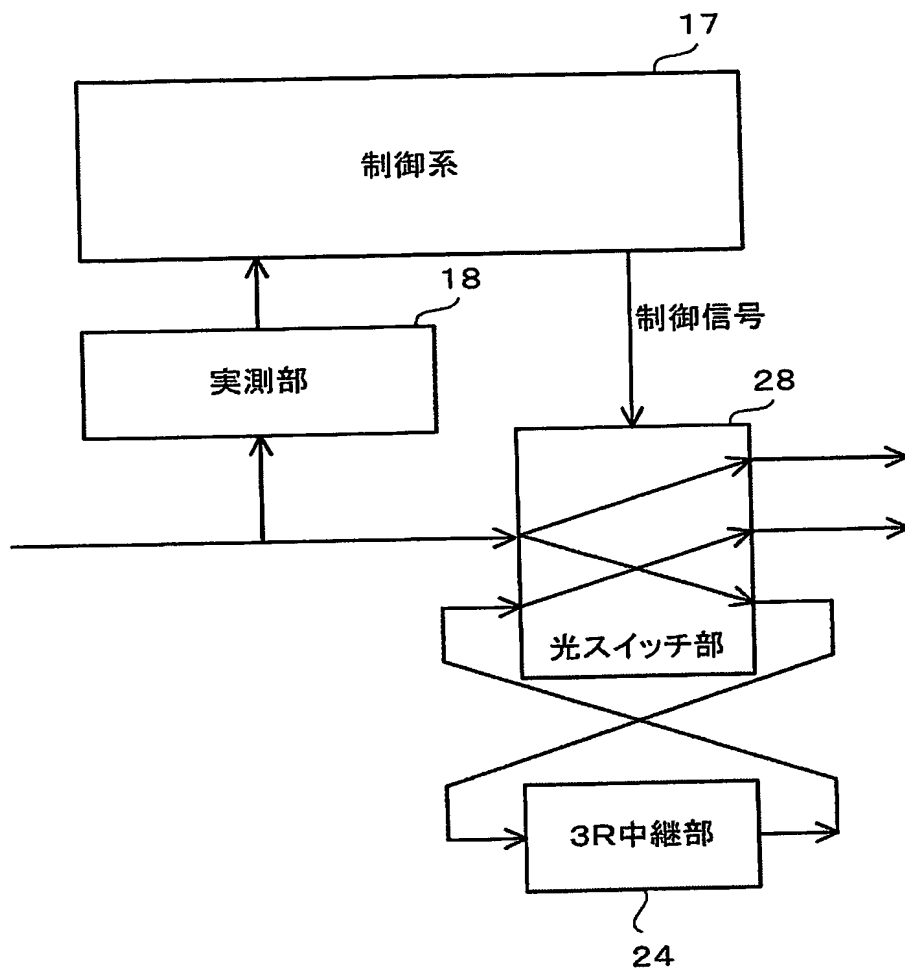
【図6】



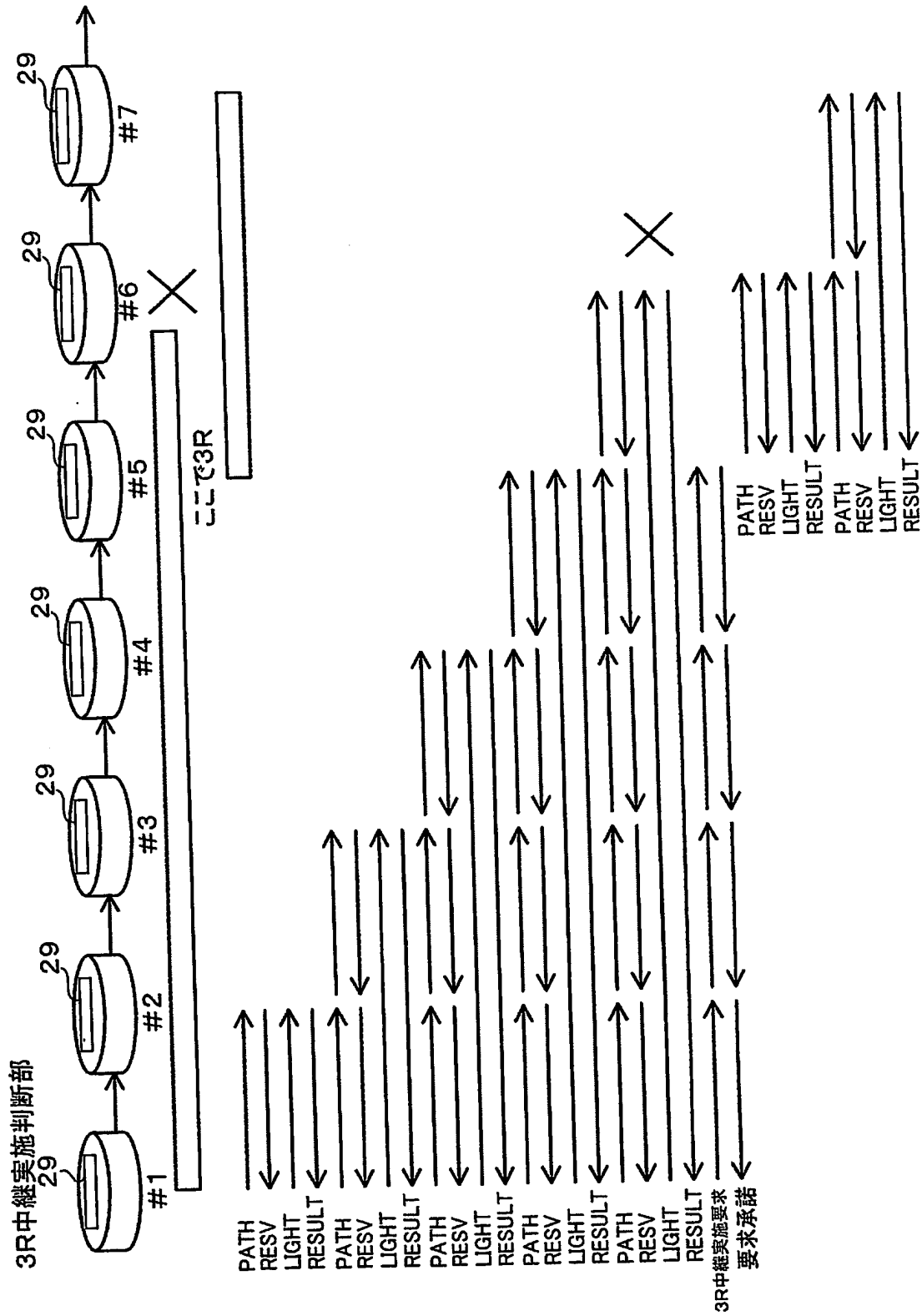
【図7】



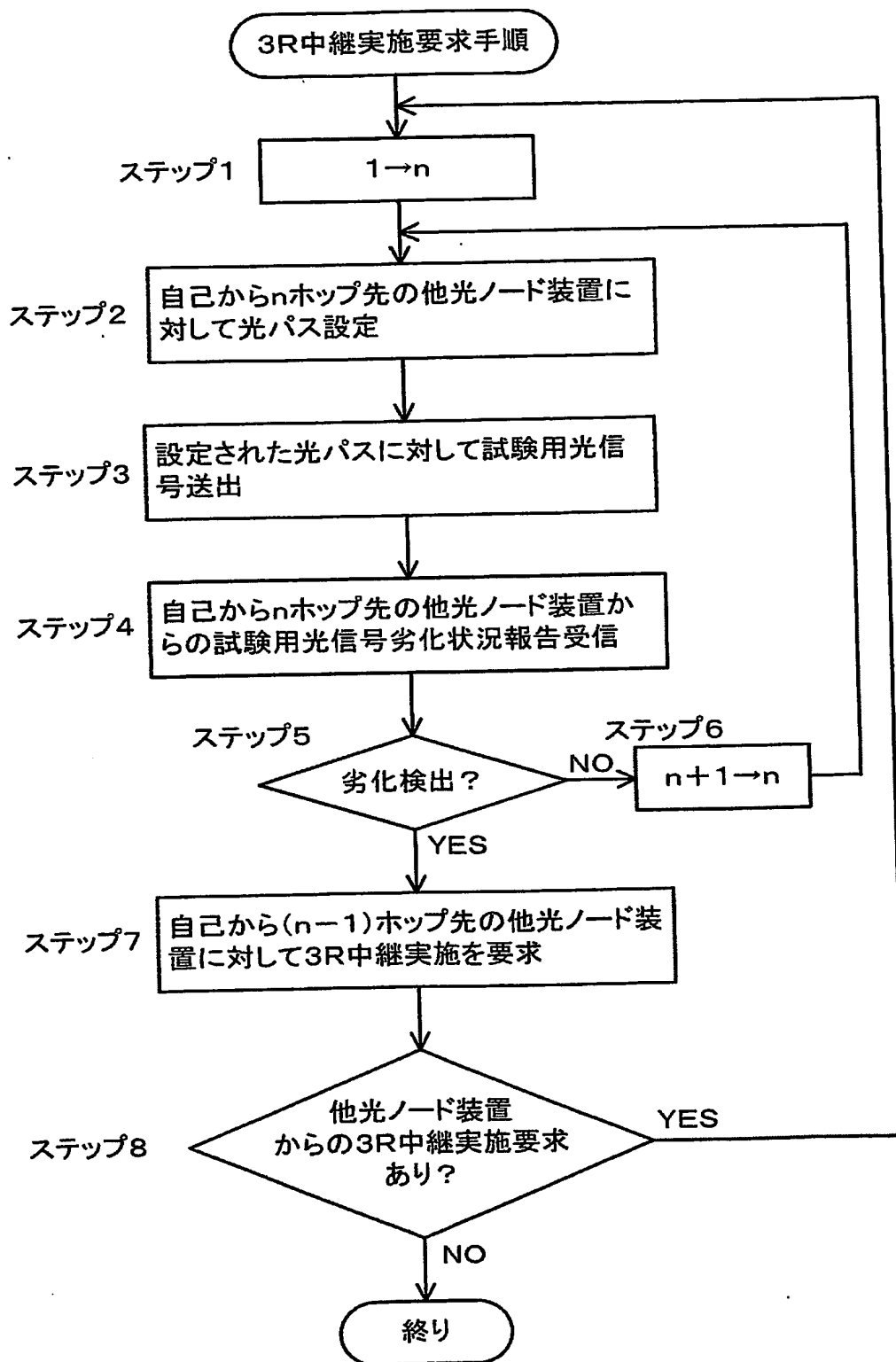
【図 8】



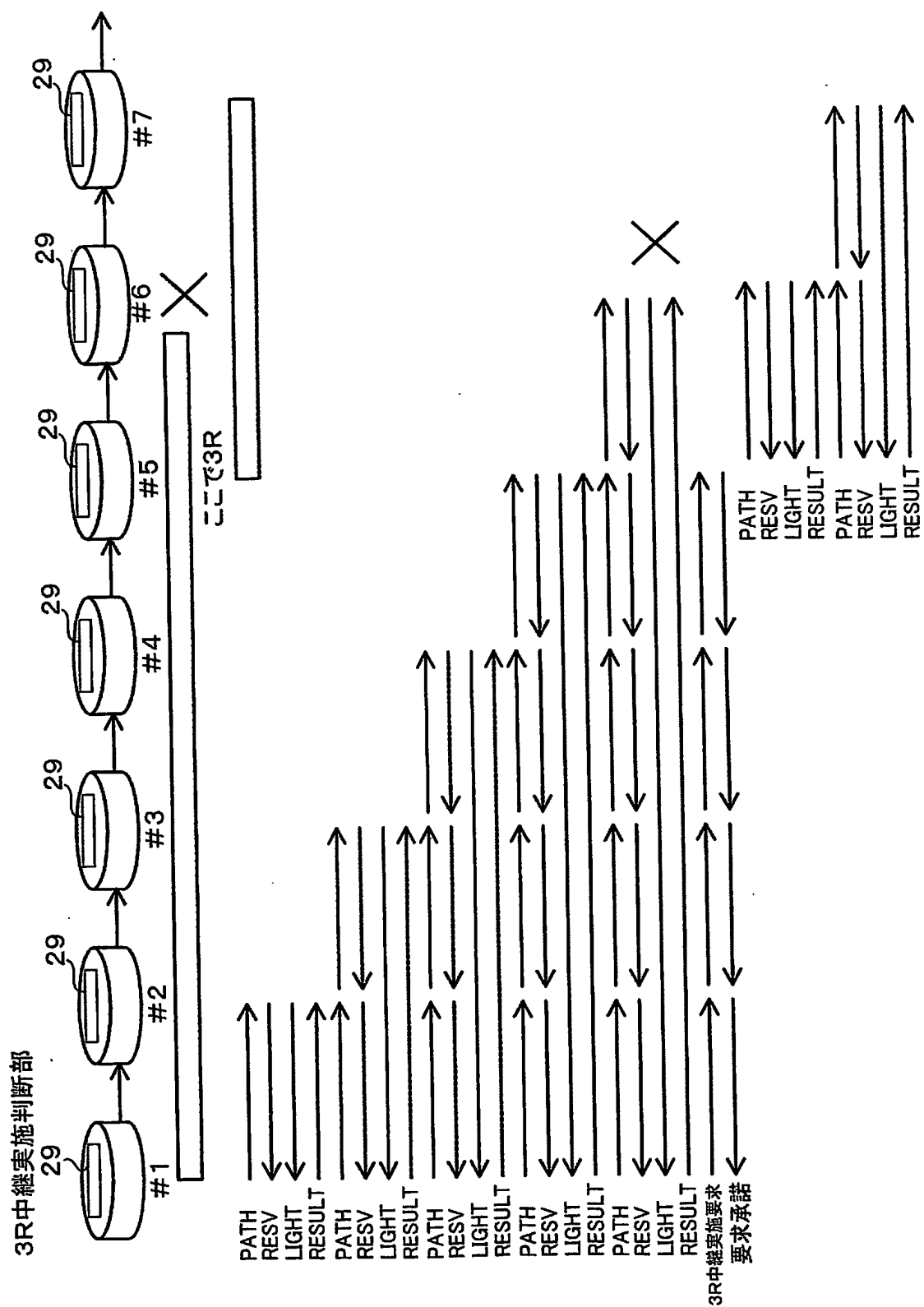
【図 9】



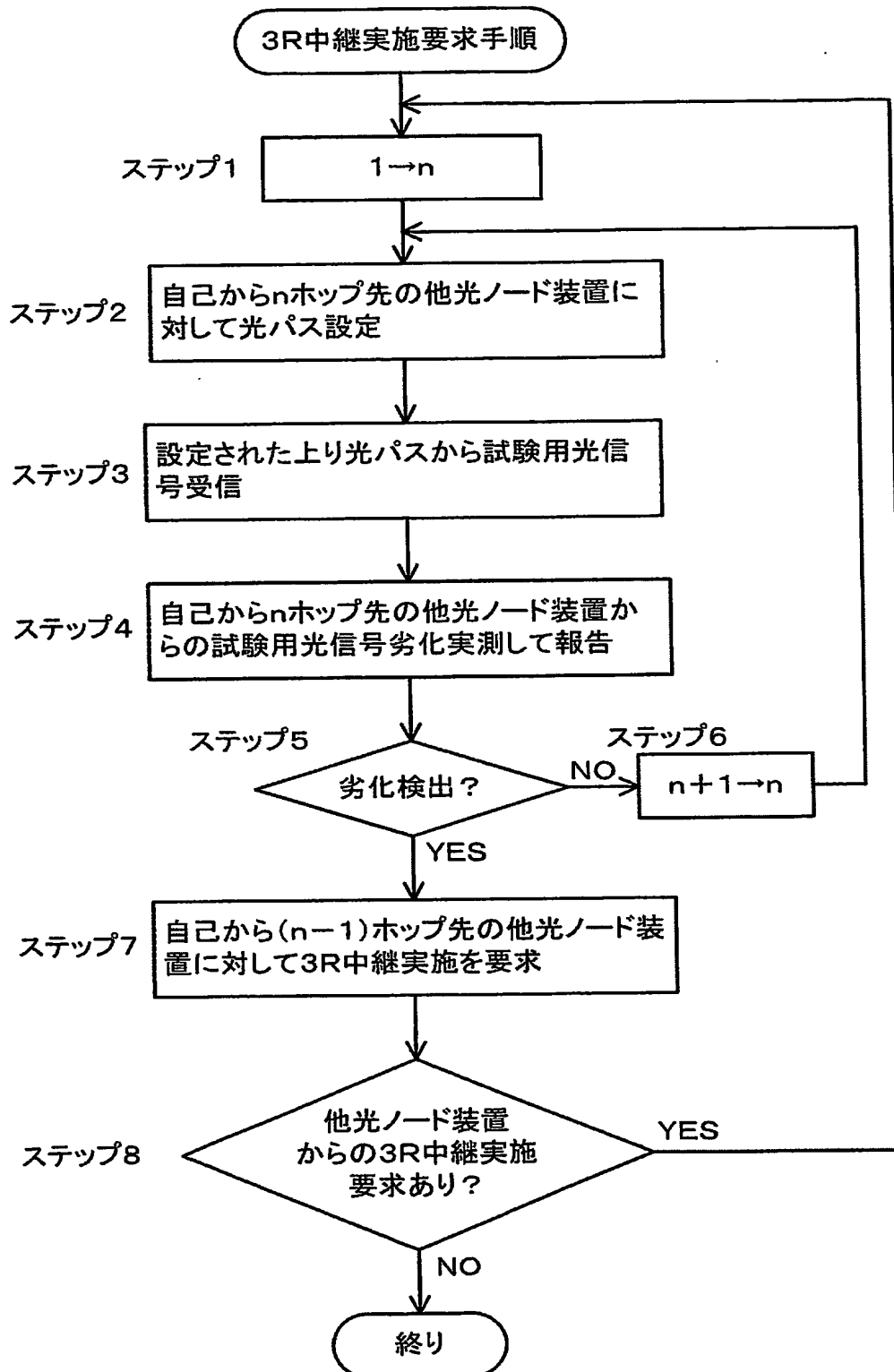
【図10】



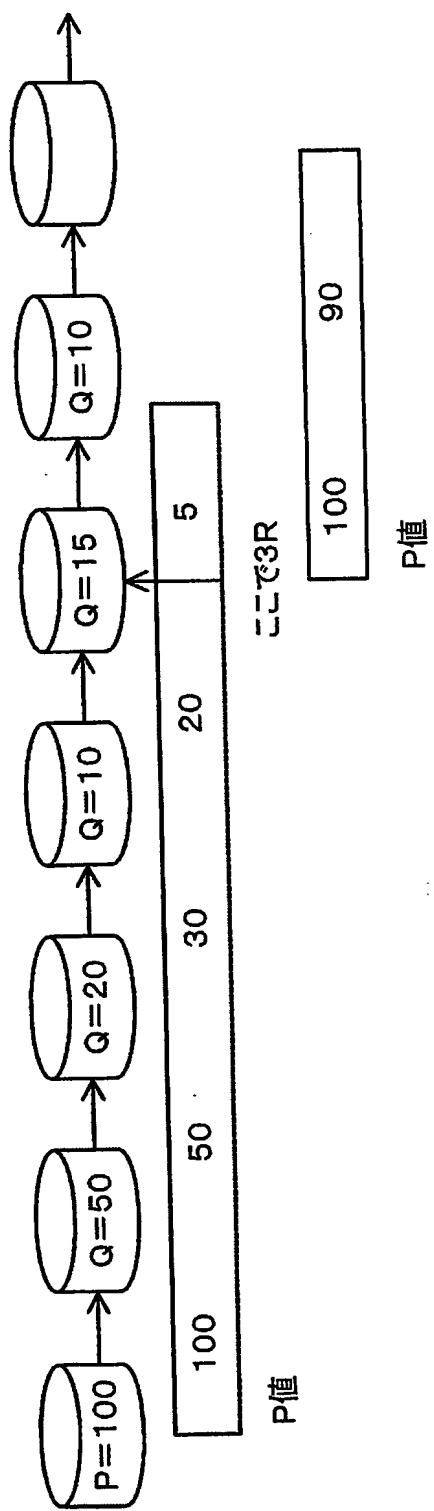
【図 1 1】



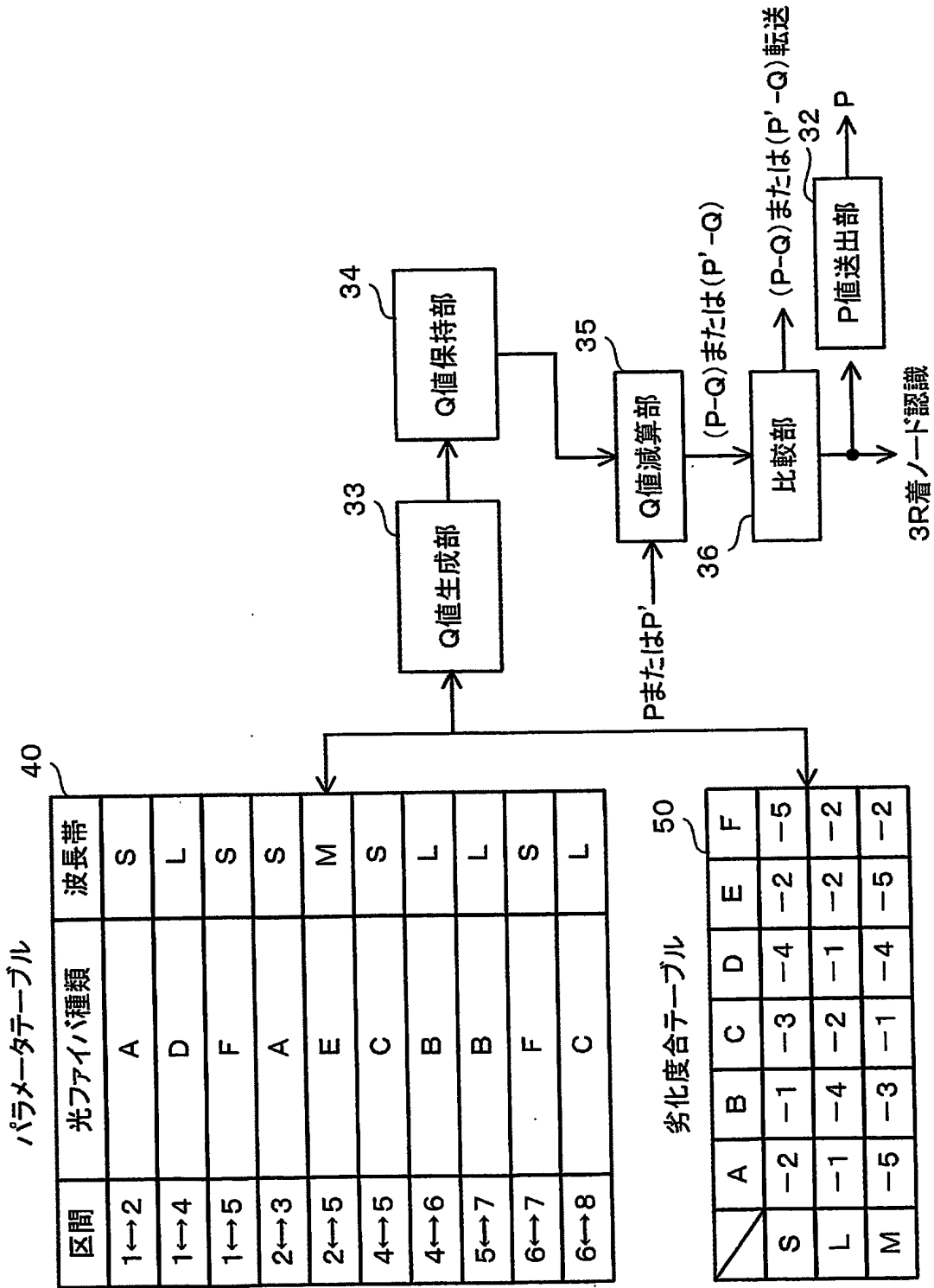
【図12】



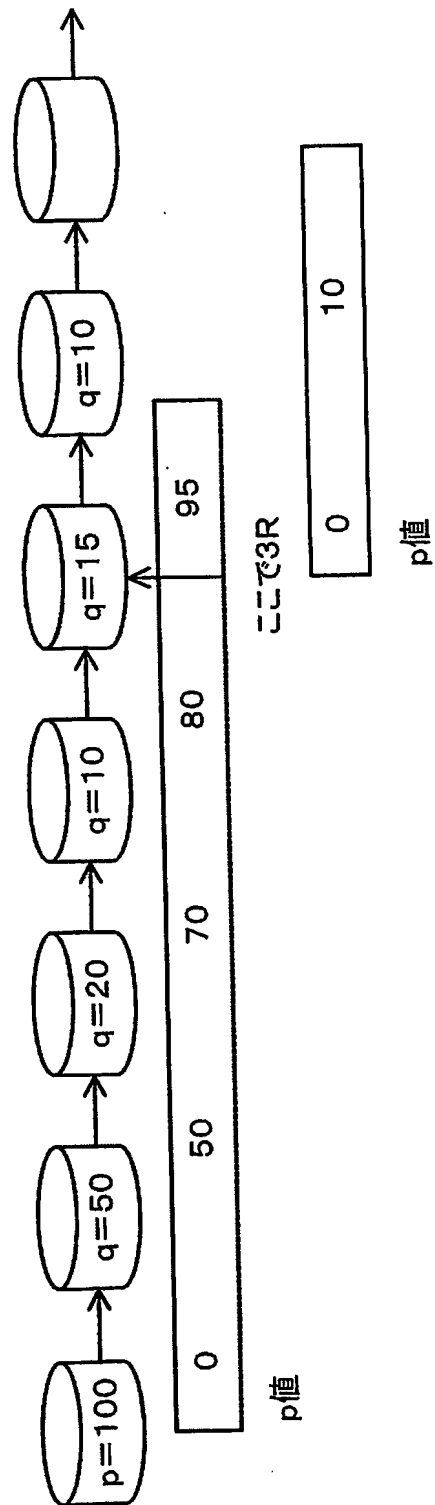
【図 13】



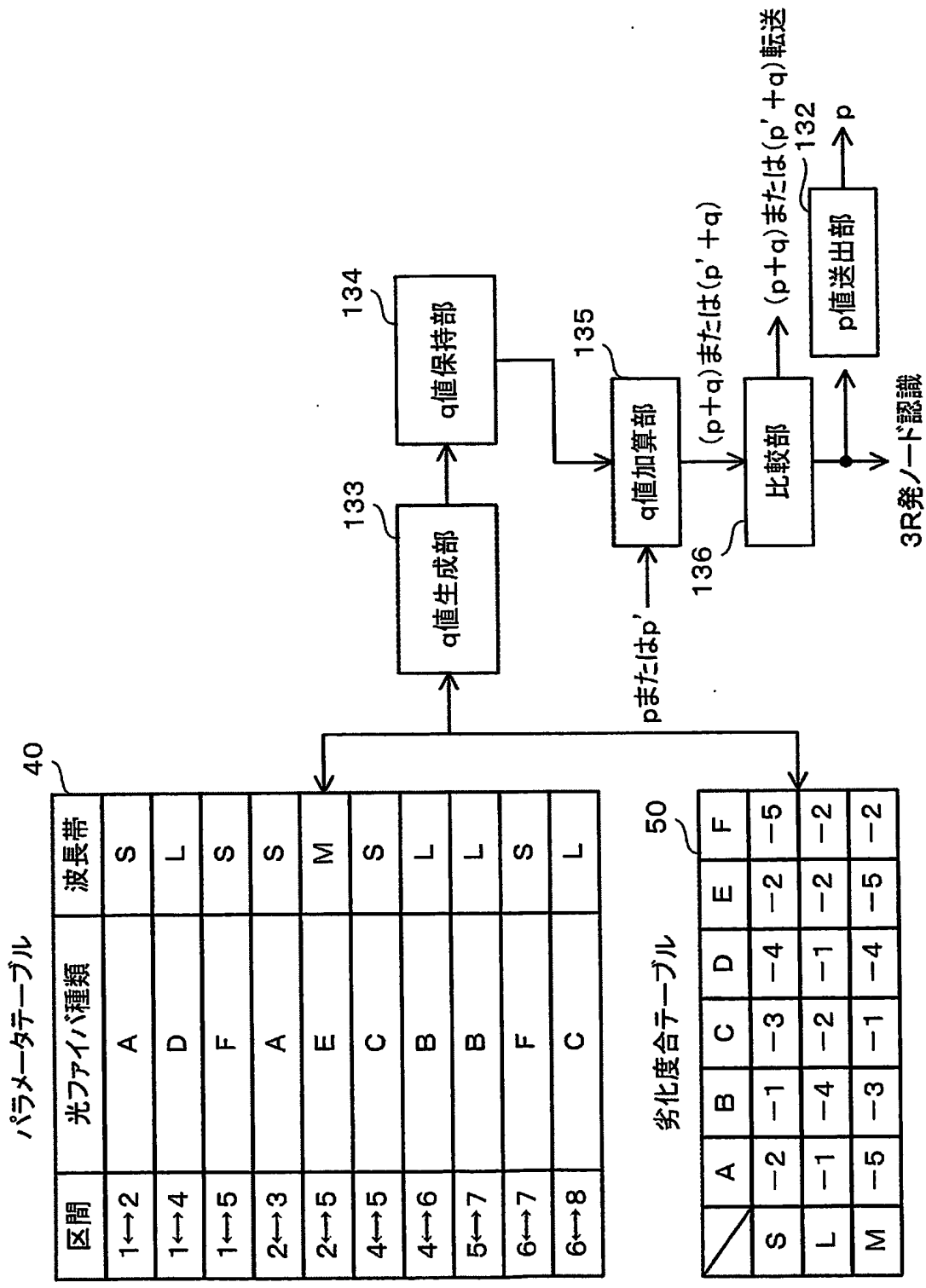
【図 14】



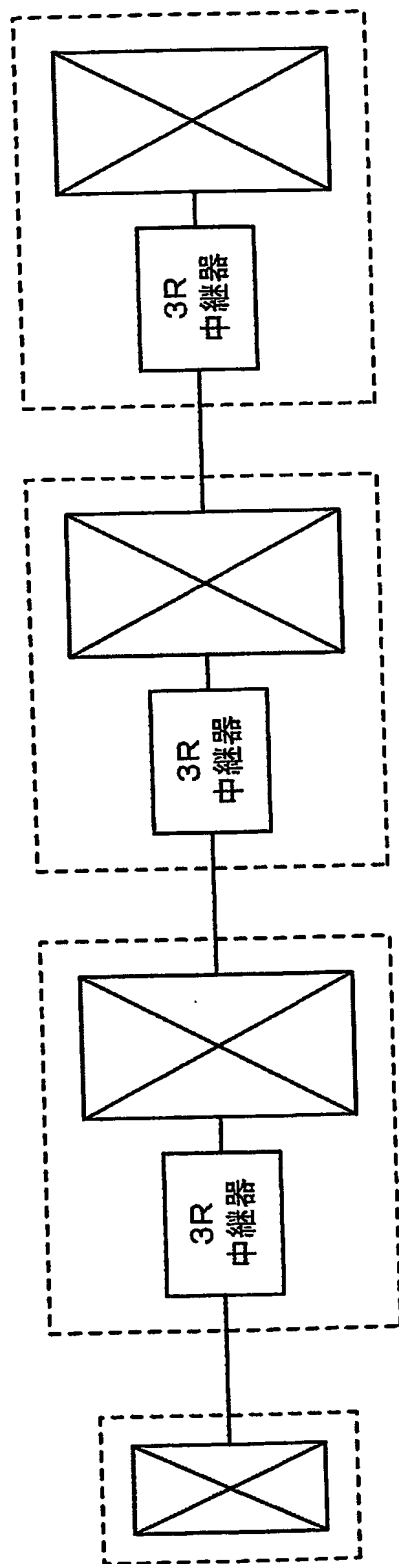
【図 15】



【図 16】



【図 17】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 必要最小数あるいは必要最小能力の 3 R 中継器を用いてネットワークリソースの有効利用を図り、経済的な光ネットワークを構成する。

【解決手段】 光パス設定の際あるいは光信号の交換接続の際に、光信号の劣化を検出することにより逐次的に各光ノード装置が 3 R 中継実施の必要性を自律的に判断し、3 R 中継を行う。

【選択図】 図 3

特願 2003-069246

出願人履歴情報

識別番号

[000004226]

1. 変更年月日

1999年 7月15日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

氏 名

日本電信電話株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☒ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.